

Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена
Сейфуллина

УДК: 635.65:632.4:632.93

На правах рукописи

КАНАПИН ЧИНГИЗ БУЛАТОВИЧ

**Фитосанитарная оптимизация посевов для повышения
урожайности и качества семян сои в условиях лесостепной зоны
Северного Казахстана**

8D08104 – Фитосанитарные технологии

Диссертация на соискание
степени доктора философии
(PhD)

Отечественные научные консультанты:
д.с.-х.н., профессор, Мусынов К.М.,
PhD, Утельбаев Е.А.

Зарубежный научный консультант:
PhD, профессор, Нуреттин Тахсин (Болгария)

Республика Казахстан
Астана, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Экономическая, продовольственная и стратегическая значимость сои в мире и Казахстане	12
1.2 История культуры сои в мире и Казахстане	14
1.3 Морфобиологическая характеристика сои	17
1.4 Современное состояние изученности болезней сои и методов защиты в Казахстане	19
1.5 Наиболее распространенные заболевания на посевах сои	24
1.6 Влияние сортов на фитосанитарное состояние и продуктивность сои	31
1.7 Значение сроков и способов посева при возделывании сои	33
1.8 Значение предпосевной обработки семян при возделывании сои	36
1.9 Применение фунгицидов для контроля болезней сои в период вегетации	38
2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	40
2.1 Почвенно-климатическая характеристика северного Казахстана	40
2.2 Почвенно-климатическая характеристика зоны проведения исследований	42
2.3 Метеорологические условия в вегетационный период сои	44
3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	47
3.1 Объекты исследований	47
3.2 Методы исследований	48
3.3 Агротехника в опытах	52
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	55
4.1 Посевные качества и фитопатологический анализ семян сортов сои	55
4.2 Полевая всхожесть и выживаемость растений	58
4.3 Продолжительность межфазных периодов сортов сои	61
4.4 Видовой состав и идентификация фитопатогенов корневой гнили сои	65
4.5 Влияние предпосевной обработки семян на степень распространённости и развития корневой гнили	72
4.6 Устойчивость сортов сои к микромицетам рода фузариум	75
4.7 Листостебельные болезни сои и идентификация основных видов	77
4.8 Распространённость и развитие Альтернариоза в период вегетации сои	86
4.9 Структура урожая сортов сои	89
4.10 Качество семян сортов сои	94

4.11	Экономическая эффективность применения обработки семян препаратами на разных сроках посева при фитосанитарной оптимизации посевов сортов сои	96
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	100
	ПРИЛОЖЕНИЯ	115

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:
Закон Республики Казахстан «О науке» от 18.02.2011 г. № 407-IV ЗРК.

ГОСО РК 5.04.034-2011 Государственный общеобязательный стандарт образования Республики Казахстан. Послевузовское образование. Докторантура. Основные положения (изменения от 23 августа 2012 г. № 1080).

Правила присуждения ученых степеней от 31 марта 2011 года № 127.

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 6.38-90 Унифицированные системы документации. Система организационно- документации. Требования к оформлению документов.

ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание.

ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

Общие требования и правила составления.

ГОСТ 21507-81. Защита растений. Термины и определения.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Агроэкологическая зона – территория, характеризующаяся однородными почвенно-климатическими условиями, определяющими специфику возделывания сельскохозяйственных культур.

Альтерналиоз – грибное заболевание сои, вызываемое грибами рода *Alternaria*, проявляющееся в виде пятнистости листьев, стеблей и бобов, приводящее к снижению урожайности и качества семян.

Вегетационный период – промежуток времени от появления всходов до полного созревания растений.

Вредоносность – степень отрицательного влияния вредного организма (болезни, вредителя или сорняка) на рост, развитие и продуктивность растений.

Гидротермический коэффициент (ГТК) – показатель, характеризующий соотношение между количеством атмосферных осадков и суммой температур за определённый период, применяемый для оценки увлажнённости климата.

Инокулянт – биологический препарат на основе живых микроорганизмов (например, ризобий), применяемый для обработки семян с целью повышения симбиотической азотфиксации.

Интенсивность поражения – показатель, характеризующий степень развития болезни на растениях, выражаемый в процентах поражённой поверхности органа.

Инфекция (растений) – проникновение и развитие патогенных микроорганизмов в тканях растения.

Патоген – организм (гриб, бактерия, вирус), вызывающий заболевание у растений.

Предпосевная обработка семян – технологический приём, включающий обработку семян фунгицидами, инокулянтами и стимуляторами роста для повышения всхожести, устойчивости к патогенам и продуктивности растений.

Продуктивность – суммарная способность растения формировать урожай, выражаемая массой семян или урожайностью в пересчёте на единицу площади.

Распространённость болезни – доля поражённых растений в посеве, выражаемая в процентах к общему числу обследованных.

Фитосанитарное состояние посевов – совокупность характеристик посева, отражающих наличие и распространённость болезней, вредителей и сорняков, а также степень их вредоносности.

Фунгицид – химическое или биологическое средство, применяемое для профилактики и лечения грибных болезней растений.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВИР	– Всероссийский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова
ВКСХОС	– ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция»
ГАУ	– Государственный аграрный университет
ГСИ	– Государственное сортовое испытание
ГТК	– Гидротермический коэффициент
ДНК	– Дезоксирибонуклеиновая кислота
КазНИИЗиР	– Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства
МСХ РК	– Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан
НИИСХ	– Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ТМТД	– Тетраметилтиурамдисульфид (фунгицид)
FAO (ФАО)	– Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН
GWAS	– Genome-Wide Association Study (полногеномный анализ ассоциаций)
IPM	– Integrated Pest Management (интегрированная система защиты растений)
PCR (ПЦР)	– Полимеразная цепная реакция
UNESCO (ЮНЕСКО)	– Организация Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры
VE	– Стадия появления всходов сои
VC	– Стадия появления семядолей сои
V1	– Стадия первого тройчатого листа сои
V3	– Стадия третьего тройчатого листа сои
R1	– Стадия начала цветения сои
R2	– Стадия массового цветения сои
R4	– Стадия начала формирования бобов сои
R6	– Стадия полного налива бобов сои
R8	– Стадия полной спелости сои

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) является одной из самых перспективных сельскохозяйственных культур, поскольку сочетает в себе высокую пищевую ценность, способность к азотфиксации и экономическую привлекательность для агропроизводителей (Shcatula, 2021). В последние годы в Республике Казахстан отмечается рост интереса к возделыванию сои, что сопровождается увеличением посевных площадей культуры и связано с реализуемыми мерами по диверсификации растениеводства. Соя рассматривается как перспективная зернобобовая и масличная культура, способная расширить структуру севооборотов и снизить зависимость агропроизводства от монокультуры зерновых, прежде всего пшеницы (Гончаров & Кипшакбаева, 2023).

Традиционно возделывание сои в Казахстане было сосредоточено в южных регионах, особенно в Алматинской области, где накоплен значительный опыт выращивания и селекции данной культуры. Однако в последние годы активно осваиваются новые территории, в том числе лесостепная зона Северного Казахстана, что обусловлено благоприятными почвенными условиями и высокой востребованностью сои на рынке (Zatybekov et al., 2023).

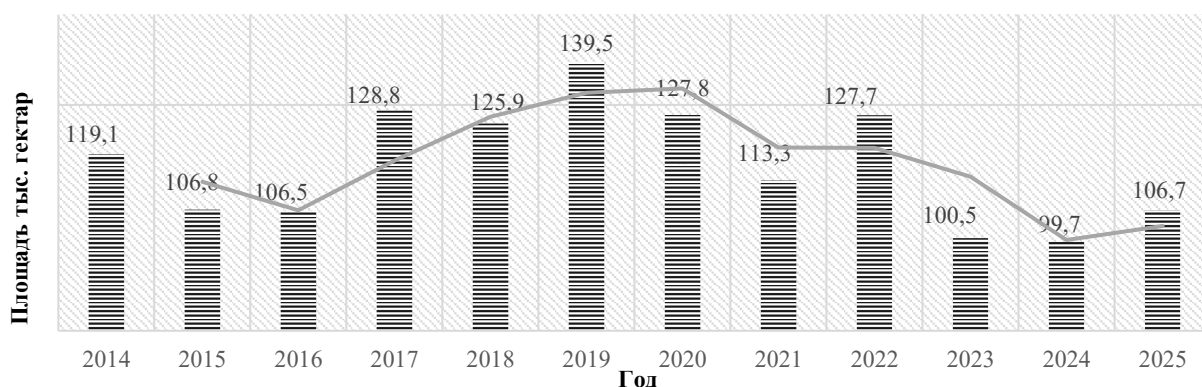


Рисунок 1 – Динамика посевных площадей сои в Республике Казахстан с 2014 по 2025 годы, тыс. гектар

По ежегодным статистическим данным динамика посевных площадей сои неодинакова. Наблюдается резкое снижение и повышение показателя (рисунок 1), что показывает нестабильность производства сои, обусловленное определенными проблемами, которые требуют решения в технологии выращивания, в улучшении фитосанитарного состояния посевов сои.

Внедрение сои в агросистемы северных регионов требует адаптации агротехнологий, включая выбор сортов, сроки посева и систему защиты растений.

Одним из ключевых факторов, ограничивающих продуктивность сои, является поражение растений грибными инфекциями, развитие которых сопровождается ухудшением фитосанитарного состояния посевов и

снижением урожайности (Klimek-Kopyra et al., 2024). В условиях лесостепной зоны Северного Казахстана фитосанитарная обстановка во многом определяется климатическими особенностями, включая температурные колебания и уровень увлажнения, что создаёт благоприятные условия для развития возбудителей болезней. Распространённость грибных инфекций может существенно варьироваться в зависимости от сорта, сроков сева и применяемых защитных мероприятий, однако до настоящего времени эти факторы в регионе изучены недостаточно.

Для повышения продуктивности сои необходим комплексный подход к защите посевов, включающий агротехнические приёмы, химическую защиту, применение биологических препаратов и стимуляторов роста. Однако эффективность данных мероприятий может отличаться в зависимости от региональных условий, что требует дополнительных исследований. Оптимизация системы защиты сои позволит не только снизить уровень поражённости растений, но и повысить рентабельность возделывания культуры.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки научно обоснованных методов фитосанитарной оптимизации, учитывающих влияние сроков сева, сортовых особенностей и защитных мероприятий. Комплексный анализ этих факторов позволит обосновать наиболее эффективные стратегии защиты сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана, что будет способствовать повышению урожайности и качества семян, а также снижению экономических потерь, связанных с развитием грибных инфекций.

Цель исследований – изучение агротехнических мер в комплексе с химическими и биологическими препаратами для улучшения фитосанитарного состояния посевов, обеспечивающая повышение урожайности и качества семян сои.

Задачи исследований:

- изучить видовой состав, динамику распространения и развития болезней сои в зависимости от изучаемых вариантов;
- провести молекулярно-генетическую идентификацию повсеместно распространённых грибных болезней на основе анализа нуклеотидной последовательности *ITS* гена;
- определить устойчивость различных сортов сои к возбудителям корневой гнили сои;
- определить влияние погодных условий и изучаемых вариантов на фенологию сои и на полевую всхожесть и выживаемость растений;
- изучить формирование элементов структуры урожая и качества семян сортов сои (содержание белка и масла) в зависимости от сроков посева и средств защиты от болезней;
- рассчитать экономическую эффективность изучаемых вариантов.

Объекты исследования – три сорта сои: Ивушка, Эльдorado, Бірлік KB, возделываемые в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана.

Предмет исследования – влияние сроков посева, сортовых особенностей, химической защиты, биологических препаратов и стимуляторов роста на фитосанитарное состояние посевов, урожайность и качество семян сои.

Научная новизна исследования

Впервые в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана проведена комплексная оценка влияния сроков посева, сортовых особенностей и защитных мероприятий на фитосанитарное состояние, урожайность и качество семян сои.

Определены особенности развития грибных инфекций на сортах Бірлік КВ, Ивушка, Эльдorado в зависимости от сроков сева и применяемых методов защиты растений.

Дана сравнительная характеристика эффективности химической защиты, биологических препаратов и стимуляторов роста в снижении поражённости растений грибными инфекциями и их влияния на продуктивность культуры.

Полученные данные позволяют уточнить влияние агротехнических и защитных мероприятий на соевое растение в условиях региона, что создаёт научную основу для совершенствования системы защиты культуры и повышения её урожайности.

Основные положения, выносимые на защиту

- Видовой состав болезней и молекулярно-генетическая идентификация фитопатогенов основных болезней сои;
- Влияние сроков посева и обработки семян на распространение и развитие грибных инфекций корневой гнили и болезней по фазам вегетации культуры;
- Формирование урожайности и качества семян сои (содержание белка и масла) в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана;
- Комплексная оценка взаимодействия сроков посева, сортовых особенностей и защитных мероприятий как факторов фитосанитарной оптимизации сои в условиях региона.

Личный вклад автора

Автором самостоятельно проведены полевые и лабораторные исследования, включающие закладку опытов, фитосанитарный мониторинг посевов, анализ влияния сроков посева, сортовых особенностей и защитных мероприятий на распространение грибных инфекций, урожайность и качество семян сои.

Выполнена обработка и интерпретация полученных данных, проведён сравнительный анализ эффективности химической защиты, биопрепаратов и стимуляторов роста.

Сформулированы выводы по результатам исследования, предложены рекомендации по фитосанитарной оптимизации посевов сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана.

Основные результаты исследования подготовлены к публикации совместно с соавторами.

Практическое значение полученных результатов

Результаты исследования могут быть использованы при разработке рекомендаций по фитосанитарной оптимизации возделывания сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана. Полученные данные о влиянии сроков посева, сортовых особенностей и защитных мероприятий позволяют повысить эффективность системы защиты растений, снизить уровень поражённости посевов грибными инфекциями и минимизировать потери урожая. Материалы исследования могут быть внедрены в сельскохозяйственное производство для повышения урожайности и качества семян сои, а также использоваться в образовательном процессе при подготовке специалистов в области агрономии и защиты растений.

Связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами

Представленная диссертационная работа выполнена в рамках следующих научно-исследовательских работ: в 2021-2023 годы в рамках реализации хозяйственного договора №7X/20 «Разработка и внедрение фитосанитарной технологии возделывания масличных и зернобобовых культур в условиях ТОО «Каменка и Д» Сандыктауского района, Акмолинской области» заключенный между Казахским Агротехническим университетом имени С.Сейфуллина и ТОО «Каменка и Д», где согласно рабочей программы закладывался полевой опыт по вариантам исследований, проведены фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, проведены фитосанитарный мониторинг за развитием и распространением болезней, определены структура урожая сортов сои; в 2024 и 2025 годы исследования были продолжены в рамках государственной программы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» (номер госрегистрации № 0124РК01094), где согласно задачам исследований были проведены идентификация фитопатогенов основных болезней, определены качественные показатели семян сортов сои и произведен расчет экономической эффективности, подготовлены и опубликованы статьи в журналах входящих в перечень КОКСОН МОН РК и в международном журнале входящем в базу цитирования Scopus.

Внедрение результатов исследований

Результаты исследований внедрены в производственную практику. По итогам проведённых опытов был оформлен Акт внедрения в хозяйстве ТОО «Каменка и Д», на базе которого выполнялись полевые исследования. Полученные данные используются при разработке и корректировке технологических приёмов возделывания сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана.

Апробация работы

Результаты исследования были представлены и обсуждены на Международной научно-практической конференции «Сейфуллинские Чтения – 18», посвящённой вопросам агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе защиты растений, ежегодно заслушивались на кафедре «Биология, защита и карантин растений» Казахского агротехнического исследовательского университета им. Сакена Сейфуллина.

Публикации

По материалам диссертационной работы опубликовано 5 научных трудов, в том числе:

- 1 публикация в сборнике материалов международной научно-практической конференции: Канапин Ч.Б., Мусынов К.М., Тлеппаева А.А. // Видовой состав возбудителей болезней сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана // Материалы Международной научно-практической конференции «Сейфуллинские Чтения - 18(2): «Наука XXI века - эпоха трансформации» Астана, 2022, - С. 81-83;

- 3 статьи в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК: 1. Канапин С. В., Мусынов К. М., Тахсин Н., Утельбаев Е. А., Тлеппаева А. А. Оценка устойчивости сортов сои к возбудителю фузариоза, распространенному в условиях Северного Казахстана. Вестник науки Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина: Междисциплинарный, 2023. №4 (119), - С. 80–88. 2. Канапин, Ч., Утельбаев, Е., Мусынов, К., & Тахсин, Н. Выявление *Alternaria destruens* на сое в лесостепной зоне Северного Казахстана и идентификация гриба // Izdenister natigeler, 2025. №2 (106). -С. 345–354. 3. Канапин, Ч.Б., Утельбаев, Е.А., Мусынов, К.М., Тахсин, Н. Урожайность и элементы структуры урожая сортов сои при разных сроках посева и обработке семян препаратами // Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный, 2025. – № 3 (127). – С. 166–175.;

- 1 статья в изданиях, входящих в международную базу Scopus: Utelbayev, Y., Kanapin, C., Mussynov, K., Kochorov, A., Bazarbayev, B., & Aysheva, G. (2025). Identification of *Alternaria tenuissima* on soybeans in the forest-steppe zone of North Kazakhstan and identification of the phytopathogen // Microbial Biosystems, 10(2), - P.283-291.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 138 страницах компьютерного текста, содержит 28 таблиц, иллюстрирована 20 рисунками, включает 6 приложений. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и рекомендаций производству, списка литературы в количестве 183 источников, в том числе 131 зарубежных авторов.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Экономическая, продовольственная и стратегическая значимость сои в мире и Казахстане

Соя – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. Глобальный рынок сои составляет 155 млрд. долларов США. Согласно прогнозам к 2031 году ожидается его рост до 278 млрд. (Voora et al., 2024). Семена сои отличаются большим содержанием растительного белка, от 33 до 50%, липидов от 20 до 25,7% при этом масла сои не содержат холестерина, и углеводов 25 – 27%. Белок сои отлично сбалансирован по незаменимым аминокислотам, исключение составляют только метионин и цистеин содержание которых мало. Кроме того белок обладает хорошей усвояемостью и растворимостью в воде. Соя богата минеральными солями и ферментами в ее составе присутствуют фитин и сапонин. Благодаря высокой пищевой ценности и богатому содержанию белка, сою включена в список стратегических продуктов ЮНЕСКО (Сидорик & Зинченко, 2018; Дидоренко & Кудайбергенов, 2013). Соевые бобы являются основным источником изофлавонов. Изофлавоны, известные биологически активные соединения со слабой эстрогеновой активностью (Zaheer & Akhtar, 2017). В золе обнаруживается большое количество калия, фосфора и извести, а так же жирорастворимые витамины А, D, Е, В2. Известно, что содержание витамина В2 в составе сои в 6 раз превосходит аналогичные показатели у пшеницы

Такой насыщенный состав позволяет использовать сою как пищевое, техническое и кормовое растение. Семена сои используются для приготовления около 250 блюд и различной продукции. Употребление сои рекомендовано для людей с диабетом. Соя получила широкое распространение в вегетарианских кухнях многих стран восточной Азии (особенно в Японии и Китае).

Благодаря уникальным свойствам соевого белка, его задействуют в изготовлении пикеринговых эмульсий, широко применяемых в промышленности и медицине (Yang et al., 2025). Масло на основе сои занимает одну из лидирующих позиций в мировом производстве растительных масел. Соевое масло применяется в мыловарении, для выработки клеенки, линолиума, пластмассы, в текстильной промышленности. Рафинированное соевое масло употребляют в пищу, используется для получения майонеза и маргарина, кроме того применяется в качестве растительного шортенинга и при производстве медицинских препаратов. Известно, что изофлавоны, которыми богата соя, снижают заболеваемость стероидных гормонозависимых онкологических заболеваний, таких как рак груди, простаты и толстой кишки (Bustamante-Rangel et al., 2018). Кроме того, было доказано, что изофлавоны помогают предотвращать и лечить несколько дисфункций и заболеваний, связанных со старением, включая нейро дегенеративные расстройства, остеопороз, метаболические и сердечно-

сосудистые заболевания, а также симптомы менопаузы (Jayachandran & Xu, 2019). Употребление в пищу соевых бобов и соевого молока, благоприятно воздействует на кишечный микробиом человека (Belobrajdic et al., 2023). Также соя задействована в производстве красок и лаков, клеев и уплотняющих составов, средств дезинфекции, пестицидов, средств для пропиток тканей и многого другого.

Велико значение сои и как кормовой культуры. Для кормовых целей используют жмых, шрот, соевую муку, зеленую массу. Жмых и шрот даже более значимы, чем масло. В сущности, они являются высокобелковым концентратом (до 60% белка) и позволяют сбалансировать рацион животных по протеину. Одна тонна сои способна сбалансировать по содержанию белка и незаменимых аминокислот до 10 тонн комбикорма. 100 кг зеленой массы сои содержат в своем составе до 3,5 кг переваримого протеина. Ею кормят животных тремя способами в свежем виде, в виде силоса смешанную с углеводистым кормом и в виде травяной муки. Солома сои хорошо подходит для корма овец.

Как бобовая культура, соя способна фиксировать атмосферный азот и обогащать им почву. После сои в поле накапливается 70-80 кг азота на 1 га. Замена внесения синтетических азотных удобрений, на использование сои в качестве естественного азотфиксатора, помогает значительно снизить выбросы CO₂ в атмосферу (Yang et al., 2024). Так, в Бразилии, использование биологической азотфиксации, в 2019, 2020 гг. позволило предотвратить выбросы 183 миллионов тонн CO₂-эквивалента (Telles et al., 2023). Кроме того, благодаря своей устойчивости к стрессовым условиям, включая засоление, соя рассматривается как культура, позволяющая вовлекать в сельскохозяйственный оборот деградированные и засоленные земли, тем самым расширяя посевные площади и укрепляя продовольственную безопасность (He et al., 2026).

На мировом рынке соя занимает одну из ключевых позиций среди масличных и белковых культур, и спрос на неё продолжает расти как в пищевой, так и в кормовой промышленности. Основные производственные и торговые тенденции формируются под влиянием ведущих стран-экспортёров и глобальных изменений в структуре потребления растительного белка. Большая часть сои производится в таких государствах как США, Аргентина и Бразилия. На долю названных стран приходится около 80% всей производимой сои в мире (Кривошлыков и др., 2016). Производство сои в мире непрерывно растет. В течение последних 20 лет производство выросло 2 раза, за последние 50 лет в 9,5 раз. Однако производство высокобелковых культур по-прежнему не находится на должном уровне и его необходимо наращивать, для удовлетворения потребностей в белке человека и животных (Чекмарев & Артюхов, 2011). Поэтому данная тенденция сохраняется. По прогнозам ожидается, что к середине 2020-х годов потребление сои достигнет 400 млн. тонн в год (Золотарева и др., 2023). При этом темпы увеличения потребления сои опережает рост населения.

Несмотря на то, что основные страны-производители расположены на американском континенте, главными потребителями и импортерами являются страны юго-восточной Азии и в особенности – Китай. Китайская народная республика оказывает полную поддержку производителям сои, но все равно не способна самостоятельно закрывать свои потребности (Yao et al., 2020). На долю КНР уже в 2019 году приходилось 30% мирового потребления сои, при этом внутренняя продукция покрывает только 14% от общего объёма спроса (De Maria et al., 2020).

В Европейском союзе производство сои находится также на не высоком уровне. Львинную долю потребности в сое ЕС закрывает посредством импорта. Так как ежегодно импортируется 33 млн тонн, в то время как собственное производство составляет всего 2,7 млн тонн (Rotundo et al., 2024). В Европейском союзе основными производителями сои являются Италия, Франция и Румыния (European Commission, 2018).

Такой большой спрос открывает отличные перспективы для Казахстана. Республика стала активнее сбывать продукцию на внешние рынки, тем самым обеспечивая увеличение прибыли для аграрного сектора создание новых рабочих мест и приток валютной выручки для государства. Основным покупателем казахстанской сои является Китайская народная республика. В 2023 году Казахстан отправил на экспорт 4,98 тыс. тонн соевых бобов, из них 4,56 тыс. тонн т.е. более 90% в Китай (Didorenko et al., 2025). Таким образом, спрос на казахстанскую сою в соседнем государстве значительный. С учетом географической близости Казахстан имеет преимущество в скорости доставки перед основными странами производителями которые обременены значительной морской логистикой. И мог бы наращивать данное направление.

Таким образом, соя сочетает в себе высокую пищевую, кормовую и промышленную ценность, а также агроэкологические преимущества, что делает её одной из ключевых культур современного земледелия. Стратегическая значимость сои как источника растительного белка и масла обусловила её широкое распространение в мировой практике и стимулировала активные селекционные и агротехнические исследования. Понимание исторического пути этой культуры, особенностей её распространения и адаптации к различным условиям возделывания позволяет глубже оценить причины её ведущей роли в сельском хозяйстве и определить перспективы дальнейшего развития.

1.2 История культуры сои в мире и Казахстане

Соя – это одна из самых древних культур, возделываемых человеком. Считается, что сою стали выращивать на северо-востоке современного Китая приблизительно 1500–221 гг. до н. э. (Hymowitz, 1970). Древние пиктограммы соевых бобов в бронзе обнаруживаемые, страна в данном регионе датированны XI веком до н. э., что показывает, что соя начала возделываться во времена древних китайских династий Шан и Чжоу (Shurtleff & Aoyagi, 2014). В

процессе экономического роста древне китайского государства Чжоу, рос и объем торговли с сопредельными государствами. Постепенно соя распространилась по Южному Китаю, Корее, Японии и Юго-Востоку Азии. Первые письменные упоминания сои, также были обнаружены в Китае. Слово, обозначающее название сои встречается в древних трактатах, найденных во время раскопок захоронений династий времен Шан и Инь (Синеговский, 2024).

Впервые в Европу соя проникла в 1737 году (Guo et al., 2022). Здесь она получила свое научное название – «*Glycine*», которое изначально придумал «отец современной систематики» – Карл Линней (Linnaeus, 1754). Слово Глицин происходит от греческого слова *glykys*, которое значит сладкий. Однако первоначально род *Glycine* представленный Карлом Линнеем, не относился ни к одному из современных видов. Первые таксономические названия для культурной сои, *Phaseolus max* и *Dolichos soja*, были описаны Линнеем в 1753 г. (Hymowitz & Newell, 1981). Позже научное название и классификация сои была создана в рамках международных ботанических правил (Ferraz de Toledo et al., 1994). На европейский континент сою завезли в XVIII веке, в Северную Америку в 1766 г. (Hymowitz, 2008). В 1903 г. году сою стали культивировать в Африке (Khojely et al., 2018). Таким образом в 20 веке соя завоевала всю планету.

В Россию соя проникла из Циньской империи в 1741 году. Благодаря близости к Китаю, первым регионом её возделывания стал Дальний Восток (Астахов, 2001). Однако изначально культура выращивалась преимущественно в огородах и не использовалась как полевое растение. Лишь в XX веке начались первые исследования по определению перспектив её возделывания (Гвалдова & Дурнев, 2015), и постепенно были заложены основы промышленного производства. К концу XX века основными регионами возделывания сои в стране оставались Дальний Восток и юг европейской части России. В дальнейшем ареал культуры начал расширяться: были организованы производственные опыты и исследования в Поволжье, Чернозёмной зоне и Западной Сибири (Велижанских, 2011; Омелянюк & Асанов, 2013). Особое значение имели работы по продвижению сои в более северные регионы. Так, во Всероссийском институте растениеводства (ВИР) на Северо-Западе РФ, в самой северной точке мирового «соеведения», были испытаны ультраскороспелые сорта, слабо чувствительные к фотопериоду и формирующие стабильный урожай за 100–110 дней. Эти сорта, преимущественно российской, а также европейской и канадской селекции, обеспечивали урожайность 1,5 т/га даже в годы с холодным летом и до 5 т/га при благоприятных погодных условиях (Посыпанов, 2007). Полученные результаты подтвердили возможность возделывания сои на широтах до 60° северной, что стало важным этапом в истории освоения культуры в России и открыло перспективы её промышленного производства в новых климатических зонах.

На территорию современного Казахстана соя попала в 1870 году, вместе с переселившимися из Китая дунганами. Дунгане, перебравшись в Казахстан привезли с собой и традиционную для своей Родины культуру. Однако на первых порах местное население не перенимало практику возделывания сои. Таким образом выращивание сои дунганами носило локальный характер, хотя стало первым случаем возделывания сои на территории Казахстана (Shurtleff & Aoyagi, 2008).

В 1930-е в КазССР были предприняты первые попытки массового выращивания сои в Республике, однако данные попытки не увенчались успехом, в связи с трудоемкостью и отсутствием районированных сортов, адаптированных к местным условиям. Тем не менее, отечественная аграрная наука получила первый опыт и обозначилась главная проблема – отсутствие сортов, адаптированных к условиям Казахстана по длине вегетационного периода.

Новой вехой в истории освоения культуры на территории Казахстана стал 1960-й год. В рамках общегосударственной политики введения в севообороты новых культур, на базе Казахского НИИ земледелия и растениеводства, открылась программа селекции сои. За период с 1960-х по 1980-й учеными проделана огромная работа. Была собрана большая коллекция исходного материала. Отобрано множество перспективных линий, зарегистрированы сорта, адаптированные к местным условиям. Однако до 1980-го года широкого возделывания сои на территории РК не было.

Прорывным для сои стал 1986 год. Именно в 1986 году сою стали массово внедрять в производство (Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, 2022). К концу десятилетия посевы сои в республике достигли порядка 30 тысяч гектаров.

После обретения Казахстаном независимости соеводство получило новый импульс развития. Перед аграрным сектором встали задачи диверсификации культур и обеспечения продовольственной безопасности, и соя стала рассматриваться как стратегически важная белково-масличная культура.

В 1990-е годы площадь под соей в стране колебалась вокруг 30–40 тыс. га, сосредоточенных в основном в Алматинской области с её благоприятным климатом. Казахстанские учёные-селекционеры продолжили работу: требовалось вывести сорта сои с более коротким периодом вегетации и устойчивостью к континентальному климату, чтобы продвинуть эту культуру в более северные широты. В первые годы независимости (1990-е) селекция была нацелена на раннеспелые сорта для Восточного Казахстана. Были созданы новые сорта – «Мисула», «Алматы», «Жалпаксай» – которые рекомендовали к возделыванию в Восточно-Казахстанской области. Однако испытания выявили проблему фотопериодической чувствительности: на более северных широтах эти сорта удлиняли вегетационный период и не успевали созреть. Столкнувшись с этими трудностями, аграрии скорректировали подход. С середины 2000-х годов селекционная работа развернулась

непосредственно в восточных и северных областях (в сотрудничестве с местными НИИ в Восточно-Казахстанской и Костанайской областях).

Учитывая биологическую пластичность сои, начиная с 2011 года на базе ТОО «ВКСХОС» были развернуты научные исследования по возделыванию сои в условиях предгорно-степной зоны Восточно-Казахстанской области. Проведенное экологическое испытание отечественных сортов, созданных в условиях юга, а также сортов зарубежной селекции определило необходимость начала селекционных работ по созданию скороспелых сортов сои в условиях восточного региона. Результатом совместной селекционной работы специалистов КазНИИЗиР и ТОО «ВКСХОС» за последние 8 лет стали 3 сорта – Бірлік КВ, Восточная красавица и Баян, предназначенные для экстремальных условий Восточного Казахстана.

Кроме того, селекционные работы проводились в Северном Казахстане. С 2011 года Костанайский НИИСХ совместно с КазНИИиР и Сибирским НИИ кормов проводили совместную селекционную работу, в результате которой выведен раннеспелый сорт «Ивушка» а также два перспективных сорта «Русия», и «Светлячок» в настоящий момент находятся в ГСИ. Работами по созданию новых сортов в условиях Северного Казахстана занимались такие ученые как, Сидорик И.В., Зинченко А.В., Дидоренко С.В., Кудайбергенов М.С.

Распространение сои в мире и Казахстане сопровождалось накоплением ценного селекционного материала и освоением приёмов возделывания в различных природных условиях. Это привело к формированию широкого спектра сортов, различающихся по морфологическим и биологическим признакам. Их детальное рассмотрение позволяет понять адаптационные возможности культуры и заложенный в ней потенциал продуктивности, что является необходимой основой для разработки эффективных технологий её выращивания.

1.3 Морфобиологическая характеристика сои

Морфобиологические особенности сои включают комплекс признаков, формирующих её продуктивность и устойчивость в конкретных условиях возделывания. Эти признаки охватывают характеристики вегетативных и генеративных органов, фенологические фазы развития, а также параметры, влияющие на использование влаги и элементов питания.

Соя культурная (лат. *Glycine max* (L.) – однолетнее травянистое растение, рода Соя (*Glycine*) семейства Бобовые или Мотыльковые (Зеленцов, 2006). Ниже приведена систематика данного вида:

Царство: *Plantae* (Растения)

Отдел: *Magnoliophyta*

Класс: *Magnoliopsida* (МагнолиоПСиды, двудольные)

Отряд/Порядок: *Fabales* (Бобовые, бобовоцветные)

Семейство: *Fabaceae* (Бобовые, мотыльковые)

Подсемейство: *Faboideae* (Мотыльковые)

Род: *Glycine* (Соя)

Вид: *Glycine max* (Соя)

Современные сорта сои относятся к культурному виду *G. max* (L.) Merr., который характеризуется размером генома около 1,1 Гб (Arumuganathan & Earle, 1991) и состоит из 4 подвидов: *gracilis* (Skvortsov) Teplyak., *max* C.O. Lem., *manshurica* (Enken) Teplyak. и *ligutata* (Skvortsov) Teplyak (Кобызева & Безуглая, 2009). Различие данных подвидов в следующих морфологических признаках: толщина и ветвистость стебля, размер и форма листьев и бобов, окраска семян. Подвиды объединяют 64 разновидности (Затыбеков, 2019).

Корневая система – стержневого типа, она имеет главный корень относительно небольшой длины, с большим количеством боковых корней. На корнях по прошествии 6-9 дней после прорастания всходов появляются «клубеньки». Их появление связано с бактериями *Bradyrhizobium japonicum*. При оптимальных условиях одно растение способно дать до 25-50 клубеньков.

Стебель сои имеет цилиндрическую форму и способен достигать до 60 - 100 см в длину, чаще всего прямостоячий. Узлы разделяют стебель на части, на узлах вырастают листья, а также соцветия и бобы с семенами. До момента образования 2-3 настоящих листьев, ростовые процессы главного корня несколько замедлены. Средний прирост в зависимости от сорта и применяемой агротехники колеблется в диапазоне 0,3-0,7 см, после чего он начинает увеличиваться и к достижению фазы цветения составляет 1,0–1,5 см в день. Далее скорость роста сохраняется на весь период цветения.

Стебель полностью покрыт волосками белого или оранжевого цвета. В период от всходов до цветения стебель имеет зеленый цвет, а после созревания приобретает желтую, а затем коричневую или серую окраску (Кашеваров и др., 2004).

Листья сои тройчатые, цельнокрайние. Располагаются очередно. По форме листья сои бывают овальными, ланцетообразными, округлыми, широкояйцевидными и т.д. У подавляющего большинства сортов верхушечные листья маленького размера. Листовая пластина чаще всего гладкая, однако встречаются и морщинистые листья.

Чаще всего листовые пластины имеют волосной покров с обеих сторон. Скорость формирования листьев практически не различается от сорта к сорту. При наступлении фазы цветения на главном стебле вырастает от 5 до 14 листьев. На вторичных побегах суммарно – от 16 до 65. Вместе с окончанием роста стебля прекращается и образование новых листьев. При неблагоприятных абиотических условиях (недостаточное количество воды или света) часто нижние листья подвергаются преждевременному пожелтению. Что влечет за собой снижение поступления питательных веществ.

Цветки сои маленького размера, имеют непривлекательный вид, запах отсутствует, соцветие – кисть. Общее количество цветков внутри кисти от 2-4 до 25. Лепестки имеют синюю, белую, а также фиолетовую окраску.

Соя – самоопыляющееся растение. Опыление происходит в тот момент времени, когда венчик находится в закрытом состоянии. Процесс цветения инициируется на центральном стебле, и продолжается от 15 до 40 суток.

Бобы прямой формы иногда изогнутой, встречаются серповидной формы, заостренным носиком короткие, содержат 1-4 семени. Бобы имеют волосистой покров от светло-серого до темно-коричневого цвета. Высота прикрепления нижнего боба для растений сибирского экотипа колеблется в диапазоне от 8 до 15 см. Чем выше высота прикрепления нижнего боба, тем лучше, так как это позволяет избежать потерь при уборке.

Семена имеют округлую или овальную форму. Масса 1000 семян – от 80 до 260 г, чаще от 90 до 180 г. Форма рубчика овальная либо линейная, от светлого до черного и желтого цвета.

Биологические особенности сои определяются сочетанием генетических свойств и факторов среды, определяющих адаптацию культуры в различных почвенно-климатических условиях. Соя относится к растениям короткого дня, поэтому продолжительность её вегетационного периода зависит от фотопериода: сокращение светового дня ускоряет переход к цветению, удлинение — продлевает вегетативный рост. Степень фотопериодической чувствительности варьирует между сортами.

Соя тепло-требовательна: прорастание начинается при 6–8 °С, оптимум – 12–15 °С; генеративное развитие наиболее эффективно при 20–25 °С. Температуры ниже 10 °С и выше 35 °С снижают ростовые процессы и ухудшают завязываемость бобов. Растения ранних фаз чувствительны к заморозкам. По водопотреблению соя относится к культурам умеренной требовательности, однако дефицит влаги в фазах бутонизации и налива семян вызывает снижение фотосинтеза и уменьшение числа бобов. Избыточное увлажнение также неблагоприятно, так как приводит к угнетению корневой системы и снижению азотфиксации.

Продолжительность фенологических фаз различается у сортов разной скороспелости: раннеспелые завершают вегетацию за 85–100 суток, среднеспелые – за 110–130 суток. Наиболее чувствительными к стрессам являются фазы всходов, бутонизации, цветения и налива семян. Потребность в элементах питания максимальна в период бутонизации – цветения, когда формируется потенциал будущего урожая (Ступин, 2014).

Разнообразие морфо-биологических признаков у сортов сои определяет не только их адаптацию к различным почвенно-климатическим условиям, но и потенциал для формирования урожая, отвечающего требованиям мирового рынка. Эти особенности позволяют культуре занимать устойчивые позиции в структуре мирового растениеводства, где от сочетания биологических свойств и агротехнических приёмов зависит эффективность производства.

1.4 Современное состояние изученности болезней сои и методов защиты в Казахстане

Активное расширение посевных площадей сои в Казахстане сопряжено с большим спектром проблем. Но в первую очередь учеными решается проблема адаптации сои к длине дня региона. Поэтому создание ультрараннеспелых и раннеспелых сортов является приоритетным направлением исследований для внедрения культуры и в Северном Казахстане. Тем не менее, перед казахстанской наукой стоит еще немало других важных задач, решение которых обеспечит успешное внедрение сои в новых областях, а также увеличение ее производства в традиционных регионах возделывания. Одним из важнейших направлений научных изысканий казахстанских ученых стала защита растений от грибных инфекций. Установлено, что грибные инфекции способны снижать урожайность сои до 25%. Современные подходы к защите растений базируются на концепции интегрированной системы управления вредными организмами (Integrated Pest Management, IPM), которая сочетает биологические, агротехнические и химические методы защиты. Такой подход позволяет минимизировать риски, связанные с использованием только одного метода, и обеспечивает более устойчивый контроль за фитопатогенами.

Применение исключительно агротехнических методов, таких как севооборот, обработка почвы и использование устойчивых сортов, ограничено непредсказуемыми изменениями фитосанитарной обстановки и их недостаточной эффективностью в условиях высокой патогенной нагрузки (Власенко & Коротких, 2012). Химическая защита, несмотря на высокую эффективность, приводит к негативным последствиям для окружающей среды, биоразнообразия, здоровья человека и животных, а также способствует развитию резистентности у патогенов, что требует постоянной модификации средств защиты (Семеренко, 2015). Биологические методы, включающие применение антагонистических микроорганизмов и биопрепаратов на основе метаболитов грибов и бактерий, являются перспективными, но их эффективность сильно зависит от климатических и погодных условий, а также требует длительного накопления популяций биологических агентов для достижения значимого результата (Семеренко, 2015; Канокова, 2021). В мировой практике интегрированная защита растений (IPM) рассматривается как оптимальная стратегия, позволяющая достичь баланса между эффективным контролем патогенов и минимизацией негативного влияния на агроэкосистему. Такой подход требует детального изучения каждого из его компонентов, адаптации методов к конкретным условиям и поиска новых решений, основанных на современных биотехнологиях и инновационных препаратах.

С учётом вышеизложенного, в литературном обзоре рассматриваются основные направления защиты сои от грибных инфекций, включая биологические, агротехнические и химические методы, с акцентом на исследования, проведённые в Казахстане.

Агротехнический метод. Суть агротехнического метода заключается в проведении приемов, обеспечивающих неблагоприятные условия для роста и развития вредных организмов. К таковым относятся широкий спектр способов

от обработки почвы и до подбора устойчивых сортов. Но первостепенной задачей является уточнение видового состава. Перед тем как применить тот или иной метод защиты необходимо знать объект и его биологические особенности. Для этого ведутся обследования в полевых условиях. Публикуются данные по карантинным заболеваниям, распространенным в Казахстане. Идентифицируются в том числе и инфекции ранее отсутствующие в Республике. Так, в 2015 году на сое была обнаружена *Phytophthora megasperma* Drech (Maui & Aipeissova, 2020). Исследователи также сообщают об обнаружении следующих карантинных объектов на территории Казахстана *Diaporthe phaseolorum*, *Phomopsis sojae*, *Cercospora kikuchii*, *Phytophthora sojae*. В данный момент эти карантинные объекты встречаются очагово и широкого распространения в Казахстане не имеют (Maui & Roik, 2020).

Первостепенным уровнем защиты любой сельскохозяйственной культуры является сорт. Подбор хорошего сорта, устойчивого к фитопатогенным организмам отсекает сразу множество проблем и снижает затраты на другие средства защиты. Ученые Казахстана проводят исследования для обнаружения генов устойчивости у различных сортов и перспективных линий сои. Для этого существует ряд методов. К наиболее консервативным относятся оценка различных сортов на предмет пораженности в полевых условиях той или иной инфекцией на естественном или искусственном инфекционном фоне. Так, дана оценка пораженности различными болезнями в условиях Северного Казахстана сортам казахстанской и китайской селекции. В ходе данной работы выявлена группа сортов с высоким уровнем устойчивости к комплексу патогенов; ими были Heihe 58, Heihe 59, Heihe 33, Heihe 35, Heihe 44, Heihe 49, Beidou 26, Beidou 36, Beidou 43, Beidou 51, Huajiong 2 и Suiyang (Кипшакбаева и др., 2022).

Хотя подобные исследования имеют большую ценность для науки, однако они могут только фиксировать способность противостоять инфекции. Не раскрывают механизмов и не идентифицируют их на генном уровне. Для точного анализа применяется более продвинутый метод – GWAS ("Genome-Wide Association Study" или "исследование ассоциаций по всему геному"). При помощи этого метода, казахстанскими учеными исследовано большое количество сортов и линий сои, и идентифицированы сорта с генами устойчивости к таким заболеваниям как пепельная гниль (Zatybekov et al., 2018), фузариоз, церкоспороз и многие другие (Затыбеков и др., 2023). Подобные исследования имеют большое значение для сельского хозяйства и дают большой материал селекционерам. Важное значение в селекции могут играть биотехнологические методы. Для создания линий устойчивых к грибным инфекциям можно использовать соматоклональные вариации. В 2014 году ученые Казахского Института Земледелия и Растениеводства провели ряд экспериментов, в ходе которых изучили влияние культурального фильтрата корневой гнили (*Fusarium* spp.) на развитие, органогенез и регенерацию различных сортов сои. Морфогенетический размах, выявленный в результате соматоклональной вариации, указывает на потенциал для создания

разнообразных морфологических структур, что представляет интерес для селекции устойчивых к заболеваниям растений. Отмечено, что 10%-ная концентрация культурального фильтрата оказалась более благоприятной для клеточной селекции, в то время как 30%-ная концентрация проявила угнетающее действие (Уразалиев и др., 2014).

Определенный интерес представляют исследования направленные на повышение устойчивости сои к болезням путем изменения генома растения. В 2015 году группой ученых проведена работа, по генетической трансформации сои путем интродукции генов Cs/MYB4sens, 35S/PAL5, C4H/F5H, FeSOD. Данные гены связаны с оптимизацией фенилпропаноидного цикла – биосинтеза лигнина. Лигнин является природным компаундом и способен показывать антимикробное действие. Эксперимент прошел удачно, ученые успешно интродуцировали гены и смогли при помощи ПЦР идентифицировать внедрённые гены в геноме растений второго поколения (Кершанская и др., 2015).

Биологический метод. Следующим уровнем защиты после селекционного метода является биологический метод, который связан с использованием против вредных организмов других живых организмов или продуктов их жизнедеятельности. Основным направлением исследований биологической защиты сои является испытания биологических препаратов, кроме того, изучается, влияние растительных экстрактов на фитопатогенные микроорганизмы. Исследовалось влияние водных экстрактов хрена, редьки и горчицы на *Fusarium oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Sclerotinia Sclerotiorum* (Шемшура и др., 2015a). В ходе экспериментов установлено, что 0,5%-ный экстракт горчицы оказал незначительное подавление грибов, в то же время при увеличении концентрации до 1%, экстракт горчицы стал значительно подавлять указанные фитопатогены. Экстракты хрена полностью подавили рост *Sclerotinia Sclerotiorum*. Кроме того, ученые изучили воздействие растительных экстрактов на морфологию возбудителей грибных инфекций. Было установлено, что гриб *Fusarium oxysporum* проявил снижение плотности мицелия, аномальное разветвление гиф, и образование многочисленных тонких анастомозов. У *Alternaria alternata* происходила деформация латеральных гиф и образование множества тонких анастомозов. Гриб *Sclerotinia sclerotiorum* показал снижение пигментации, деформацию мицелиальных структур и обилие тонких анастомозов. Для поиска решений оптимального применения растительных экстрактов необходимо дальнейшее углубление исследований в этом направлении. Могло бы стать перспективным раскрытие механизмов ингибирования фитопатогенов, аналогичные опыты с другими возбудителями, вероятность использования совместно с другими препаратами химическим и биологическими. Этой же группой специалистов проведено похожее исследование. Они изучили влияние комплекса биологически активных веществ, полученных из *Monarda citriodora* на развитие болезней сои. Согласно данным ученых, результаты показывают процентное снижение заболеваемости для каждого из возбудителей: *A.*

compacta – 37,5%, *F. oxysporum* – 40,6%, *S. sclerotiorum* – 46% (Шемшур и др., 2015b)

Высоким потенциалом в защите сои от грибных инфекций обладают целлюлотические бактерии. Как показали исследования, данные микроорганизмы обладают высоким уровнем антогонистической активности по отношению к таким фитопатогенным грибам как *Fusarium* и *Rhizoctonia*. Для того чтобы проверить это, ученые отобрали несколько штаммов и провели эксперименты, которые продемонстрировали кратное снижение распространения болезней. В настоящий момент в Казахстане уже ведутся работы по созданию биологического препарата на основе целлюлотических бактерий (Мауи и др., 2018).

Важными исследованиями в биологическом направлении является сравнительный анализ различных биологических препаратов. Так в условиях Северного Казахстана проводилось испытание биологических препаратов, содержащих азотфиксирующие бактерии. Исследованию подверглись следующие биопрепараты: Ризоторфин, Нитрогин Ж, Нитрогин КМ, Хайкоут Супер. В ходе исследования было установлено, что варианты обработанные Ризотрофином показали значительное снижение распространения грибных инфекций: аскохитоза на 24%, септориоза на 14,4% и переноспороза на 19%. Данное исследование может быть полезно для практиков и помогает выбрать наиболее качественный препарат способный подавлять патогенную микобиоту (Әшірбеков және т.б., 2023).

Химический метод. Химическая защита растений также является неотъемлемой частью интегрированной защиты растений. В данном методе основными направлениями исследований является определение эффективности внесения тех или иных фунгицидов, на посевах сои. Учеными определяется экономическая и биологическая эффективность применения химических средств защиты, рассматриваются различные дозы и время внесения. Отдельно рассматриваются способы защиты семян предпосевной обработкой и обработкой во время вегетационного периода. Проводится фитопатологическая экспертиза выявляется видовой состав семенной инфекции сравнивается поражаемость ею различных сортов. Испытываются препараты, предназначенные для предпосевной обработки семян, а также для обработки во время вегетационного периода. Важное значение имеет испытание совместного действия препаратов. Так специалисты Казахского НИИ Защиты растений и карантина растений им. Жиембаева, исследовали влияние комплексов препаратов на комплекс фитопатогенов. В состав комплекса входили из химических препаратов Престиж к.с., Селест Топ 312,5, к.с., среди биологических два стимулятора роста: фитофлавин и аминокат. Из указанных препаратов были составлены 3 смеси, и они сравнивались с контрольным вариантом. Данные препараты полностью исключили зараженность грибными инфекциями при проведении анализа лабораторной всхожести (Султанова и др., 2019). Похожее исследование, было проведено для установления эффективности следующих препаратов: фундазол,

тачигарэн, байтан, колфуго супер, дерозал, фенорам, беномил. Из указанных препаратов наиболее эффективными оказались фундазол и беномил (Мауи и др., 2018).

Комплекс агротехнических, биологических и химических приёмов, применяемых для защиты сои от грибных инфекций, позволяет существенно снизить фитосанитарную нагрузку и сохранить продуктивность посевов. Однако эффективность любой системы защиты во многом определяется исходными биологическими особенностями культуры, среди которых ключевое место занимает её сортовой потенциал.

1.5 Наиболее распространенные заболевания на посевах сои

Среди множества факторов, ограничивающих продуктивность сои, особое место занимают грибные инфекции, способные существенно снижать урожай и качество семян. Их распространённость и вредоносность зависят от погодных условий, сортовых особенностей и применяемых приёмов возделывания.

Большая часть потерь урожая сои связана с грибными болезнями (Hartman et al., 2011). Болезни, вызываемые грибными инфекциями, поражают как отдельно некоторые органы растений (корни, стебли, листья и т.д.) так и все растение целиком. Заболевания сои выделяются в три основные группы: 1) болезни семян, проростков и всходов; 2) пятнистости, поражающие различные части растения; 3) болезни, вызывающие увядание растений (Дидоренко и др., 2014).

Фузариоз (*Fusarium* spp.) – одно из наиболее часто встречающихся заболеваний сои в мире, вызываемое различными видами патогенов (Zhang et al., 2024). Исследования показывают, что к числу наиболее агрессивных возбудителей относятся *F. graminearum*, *F. proliferatum* и *F. virguliforme*. Эти патогены поражают корневую систему, что приводит к снижению урожайности (Arias et al., 2013). При поражении корневой системы корни перестают питать растение водой из-за чего растение постепенно увядает (Liu et al., 2025). Фузариоз обнаруживается повсеместно в регионах, где выращивается соя. Основным источником заражения служит почва, в которой патоген сохраняется в покоящемся состоянии (Dev et al., 2025).

Растение поражается фузариозом в течение всего вегетационного периода. Наиболее распространенными симптомами являются гибель проростков, изреженность всходов, уменьшение всхожести семян сои, некротические образования на семядолях, увядание растений, задержка ростовых процессов, пятна на листовых пластинах, преждевременное опадение цветков, щуплость бобов и их опадение (Курилова, 2010; Jasnic et al., 2005). При интенсивном поражении болезнью возможны потери до 59 % урожая (Olszak-Przybyś et al., 2023). Кроме того, что *Fusarium* наносит прямой вред растению, он так же имеет косвенное негативное влияние при комплексном поражении различными видами *Fusarium* и *Phytophthora sojae*.

Продуцируемый фузариозом витамин В6, подавляет в растении гены защиты от *P. Sojae* (Wang et al., 2023). Во время созревания болезнь проявляется на бобах. Образуются пятна и язвы, на пораженных бобах происходит обесцвечивание створок, при установлении влажной погоды в местах поражения образуется налет спороношения бледно-розового цвета (Момбекова и др., 2013). Кроме того как и многие другие фитопатогенные грибы, *Fusarium Spp.*, продуцируют микотоксины, которые могут быть опасны для здоровья человека (Sun et al., 2025).

Церкоспороз (*Cercospora sojae*, *Cercospora cruenta* и др.) – заболевание, встречающееся во всех регионах возделывания сои. Возбудителями инфекции являются представители семейства *Mycosphaerellaceae* в несовершенной стадии. Болезнь проявляется на листьях в виде округлых пятен небольшого диаметра, которые имеют коричневую или темную кайму и светлый центр. В условиях повышенной влажности на нижней стороне листа формируется темно-серый налет, содержащий конидии гриба. Развитие болезни приводит к снижению фотосинтетической активности растений и может провоцировать преждевременное опадение листьев (дефолиацию), что отрицательно сказывается на формировании урожая (Lavilla et al., 2022). Церкоспороз оказывает негативное воздействие не только на листья сои, но также и на семена данной культуры. Поражение семенного материала проявляется в виде характерных пятен, локализующихся на поверхности семенной оболочки. Инфицированные семена отличаются от здоровых изменённым составом жирных кислот, что в свою очередь может оказывать влияние на их общее качество. Согласно данным исследований, было установлено, что повышенная концентрация олеиновой кислоты в семенах сои может способствовать их большей восприимчивости к возбудителю церкоспороза.

Процесс распространения возбудителей заболевания осуществляется при помощи конидий, которые формируются и переносятся в период времени от фазы цветения растения до его полного созревания. Основными источниками заражения служат растительные остатки, оставшиеся в почве после сбора урожая, а также семена, которые уже содержат патоген. Болезнь способна не только снижать уровень урожайности сои, но также оказывает значительное влияние на качественные характеристики семян. Это связано с тем, что инфекция приводит к изменениям в жирно-кислотном составе, вследствие чего ухудшаются свойства масла, получаемого из поражённого зерна (Xue et al., 2008).

Септориоз сои (*Septoria glycines*) представляет собой одно из наиболее часто встречающихся заболеваний этой культуры, оказывая значительное влияние на состояние растений в течение всего их вегетационного периода. Данное заболевание проявляется на листьях в виде небольших пятен неправильной формы, которые на ранних стадиях имеют светло-коричневую или желтоватую окраску. Однако по мере прогрессирования болезни они темнеют, приобретая выраженный тёмно-коричневый некротический центр с характерной хлоротической каймой по краям.

Развитие заболевания может начинаться уже на ранних стадиях роста растений, начиная с фазы V2, и со временем пятна увеличиваются в размере. При благоприятных условиях для развития патогена они начинают сливаться, образуя крупные очаги поражения, что ведёт к значительному ухудшению состояния листового аппарата. В свою очередь, поражённые листья постепенно отмирают и преждевременно опадают, что существенно снижает фотосинтетическую активность растений.

Инфекция распространяется снизу вверх, начиная с нижних листьев и постепенно продвигаясь к верхним ярусам. Это может серьёзно повлиять на общее развитие соевых растений, что в конечном итоге отражается на их продуктивности и урожайности (Lin et al., 2021).

Первые признаки септориоза (*Septoria glycines*) появляются на ранних этапах вегетационного периода и сохраняются до его завершения. Наибольшее поражение наблюдается на листьях нижнего яруса, которые увядают и опадают раньше времени, что снижает фотосинтетическую активность растений. В фазе налива семян пятна буро-коричневой окраски формируются на бобах, а к моменту созревания растения заболевание достигает своего пика. Вытянутые пятна бурого цвета появляются на стеблях, боковых побегах и черешках листьев, что существенно влияет на продуктивность сои. Развитие заболевания во многом зависит от погодных условий: высокая влажность воздуха и умеренные температуры способствуют более интенсивному распространению инфекции, особенно в фазе цветения и формирования бобов (Дега & Бутовец, 2011).

Пурпурный церкоспороз (*Cercospora kikuchii*) широко распространен в местах возделывания сои. Поражению этим заболеванием подвержены в основном листовые пластины и семена растения. При поражении пурпурным церкоспорозом, семена сои покрываются налетом различной расцветки. Цвет налета варьирует от бледно-розового до пурпурно-черного, что является хорошим индикатором заболевания (Затыбеков и др., 2018). Из поражённых семян получают слабые и ослабленные всходы. Развитие болезни продолжается, распространяясь по стеблю и листьям растения. На листьях образуются пятна с красноватым оттенком и ободком тёмно-коричневого цвета. Постепенно пятна увеличиваются в размерах, пока не покрывают всю поверхность листа. В фазе созревания инфекция переходит на бобы, на которых появляются вдавленные пятна округлой формы красновато-пурпурного цвета. Размер таких пятен может достигать 3 см, что значительно ухудшает качество урожая и снижает его количество (Cai et al., 2009; Rapela et al., 2015).

Альтернариоз (*Alternaria* spp.) – заболевание, возбудителями которого могут быть различные виды из рода *Alternaria*. В условиях Северного Казахстана достоверно идентифицирован возбудитель *Alternaria tenuissima* (Thomma, 2003). поражает поверхность листьев сои, вызывая характерные некротические изменения. Основными признаками заболевания являются пятна на обратной стороне листьев, которые имеют форму окружностей или

угловатую форму, обусловленную ограничением жилками. Эти пятна обычно светло-коричневого цвета, иногда с более светлым оттенком в центре, что делает их легко узнаваемыми (Borah & Deb, 2022). При сильном поражении листья могут желтеть и осыпаться (Utelbayev et al., 2025). На местах поражения грибом *Alternaria tenuissima* происходит активное образование конидий и конидиеносцев, которые играют важную роль в распространении инфекции. Конидии формируются в больших количествах, их цвет варьирует от оливково-зелёного до чёрного, в зависимости от условий окружающей среды и стадии развития патогена. Конидиеносцы чаще всего неразветвленные, а их структура обеспечивает эффективное высвобождение и распространение спор.

На начальных стадиях развития мицелий гриба имеет бесцветный или светлый оттенок, что характерно для молодых грибных колоний. Однако в процессе созревания и накопления пигментов мицелий приобретает насыщенную окраску, которая может быть тёмно-оранжевой или жёлтой. Эти изменения цвета свидетельствуют о завершении процессов созревания патогена и готовности спор к распространению. Подобные морфологические особенности являются важным диагностическим признаком, позволяющим идентифицировать *A. tenuissima* среди других видов рода *Alternaria* (Jasnic et al., 2011).

Особенно опасным альтернариоз может быть на поздних этапах развития сои, так как способен вызывать преждевременное опадение листьев, что в свою очередь приводит к значительным потерям урожая (Luo et al., 2023). Альтернариоз способен поражать бобы сои, что приводит к их слабому развитию, меньшему количеству семян в бобе, щуплости и т.д. и как следствие к снижению массы 1000 семян (Olszak-Przybyś & Korbecka-Glinka, 2024). Инфекция, сохраняющаяся в семенах, может стать продуцентом микотоксинов, которые снижают качество продукции, а также оказывают негативное влияние на людей и животных (Castro et al., 2016).

Склеротиния (*Sclerotinia sclerotiorum*) – одно из широко распространенных инфекционных заболеваний, поражающих сою (Barros et al., 2011). В результате заболевания увядают растения целиком либо его отдельные побеги. Большая часть признаков склеротинии проявляются во время налива бобов. Пораженные бобы загнивают, створки разделяясь по верхней и нижней сторонам, открываются и опускаются на землю (Reich & Chatterton, 2023). Склеротии представляют собой плотные тёмные структуры, способные сохраняться в почве на протяжении нескольких лет, обеспечивая продолжительное сохранение инфекции в агроценозе. Инфекция распространяется за счёт выброса аскоспор, которые оседают на поверхности растений и прорастают в условиях повышенной влажности. Оптимальными для заражения условиями являются высокая влажность воздуха и температуры в диапазоне 10–20°C. Заболевание особенно интенсивно развивается в густых посевах и при обильных осадках (Talmo & Ranjan, 2025).

Корневая гниль (*Rhizoctonia solani* Kuchn.) относится к числу главных грибковых заболеваний сои. Наибольшую часть вреда болезней наносит во

время ранних этапов развития сои. Наиболее благоприятными для развития болезни являются холодная и влажная погода. Высокая влажность благоприятствует распространению заболевания. Во время сильного развития болезни главный корень начинает гнить, после чего боковые корни прекращают развиваться, что влечет за собой гибель растения. Заболевание чаще всего протекает в очагах, однако, имеет большую вредоносность (Положиева & Дубовицкая, 2015). Проросшие семена сои, поражённые *Rhizoctonia solani*, часто загнивают, не прорастая полностью. Первые симптомы заболевания включают появление налёта белого или розового цвета на поверхности заражённых тканей. Проростки, поражённые болезнью, утолщаются, теряют нормальную форму и, достигнув поверхности почвы, отмирают. На семядолях таких проростков образуются глубокие коричневые язвы, которые при высокой влажности покрываются бело-розовым налётом гребницы возбудителя. Это существенно снижает всхожесть и развитие растений на ранних стадиях, приводя к значительным потерям урожая (Mengistu et al., 2011).

Антракноз (*Colletotrichum truncatum*) – это заболевание, которое охватывает все регионы возделывания сои, инфекции подвержена вся надземная часть растения (Borges et al., 2022). При благоприятных условиях данная инфекция способна снижать урожайность сои до 32 % (Bouffleur et al., 2021). В случае инфицированных семян существенное количество сеянцев не прорастает, а сгнивает, еще находясь в почве. Основные симптомы антракноза - вдавленные пятна коричневого цвета на семядолях всходов, на главных побегах образуются темно-коричневые пятна или полосы. После чего инфекция переходит на второстепенные побеги и черешки (Raghuwanshi et al., 2025).

На начальных стадиях антракноза сои, вызываемого *Colletotrichum truncatum* и другими видами рода *Colletotrichum*, на поверхности бобов появляются тёмные вдавленные пятна неправильной формы, которые со временем усиливают поражение. При сильном развитии болезни бобы перекручиваются и abortируются, а инфекция может переходить на семена. На поражённых участках бобов формируются ацервулы с тёмными щетинками, указывающими на спороношение гриба. Развитие болезни усиливается в тёплую и влажную погоду, что особенно характерно для весенне-летнего периода при обильных осадках, приводя к значительным потерям урожая (Сеньковский & Крупенько, 2024).

Фитофтороз (*Phytophthora sojae*) поражает сою на любом этапе вегетационного периода, начиная с прорастания и заканчивая зрелостью растения. Фитофтороз способен наносить значительный ущерб (Chandra et al., 2022). Так, согласно исследованиям, потери урожая от действия данной инфекции могут быть от 10 до 40% (Hale et al., 2023). Данный патоген поражает корни и стебли сои (Ji et al., 2025). На начальных стадиях заболевания корневая система проростков поражается коричневыми пятнами гнили, которые распространяются, охватывая основной и боковые корни. Это

приводит к полному загниванию корней и гибели растений. Взрослые растения, инфицированные *P. sojae*, увядают, на их листьях появляются коричневые некротические пятна, рост значительно замедляется, что в конечном итоге приводит к гибели растения. Поражение фитофторозом может существенно снижать урожайность, особенно при высокой влажности и благоприятных для патогена условиях (Matthiesen et al., 2021).

Ржавчина сои (возбудитель – *Phakopsora pachyrhizi*) широко распространена почти во всех регионах, в которых возделывается соя. Изначально болезнь была локализована исключительно в Азии, но с развитием международной торговли, ржавчина появилась и на других континентах (Hartman, 2005; Childs et al., 2018; Sumartini, 2016). Гриб имеет широкий спектр хозяев, это обуславливает постоянное наличие инфекционного материала (Hossain et al., 2024). Признаки поражения ржавчиной наиболее заметны у зрелых растений. Надземные части сои покрываются ржавыми пустулами. В отличие от ржавчины других культур, пустулы на сое распространяются под эпидермисом листьев. Расы ржавчины сильно различаются по степени вирулентности. Инфекция не передается через семена, однако имеет множество промежуточных хозяев, главным образом представителей семейства бобовых (*Fabaceae*). Особенностью заболевания является его способность развиваться исключительно на живых тканях (Goellner et al., 2010).

Ложная мучнистая роса, или пероноспороз (возбудитель – *Peronospora manshurica*), распространена повсеместно во всех регионах, в которых возделывается соя (Hershman, 2012). Наибольшее распространение имеет в зонах с повышенной влажностью, так как для инфицирования сои патогену требуются осадки, или продолжительный туман (Lin et al., 2022). Заболевание оказывает негативное влияние на растение. Урожай формируется недоразвитым, инфицированные семена значительно отстают по массе и размерам от здоровых (Elmurod, 2025).

Пероноспороз протекает в двух формах: 1) диффузное поражение (общее угнетенное состояние растительного организма) и 2) местное поражение (локальное проявление пятнистостей на листовых пластинах). Во время поражения первым видом заболевания на семядолях, в особенности на листовых пластинах, образуются хлоротичные пятна, которые покрывают весь лист, либо некоторую его часть, рядом с основанием. Там, где появлялись пятна в особенности на внутренней стороне листа, появляется налет серовато-фиолетовой расцветки (Rhouma et al., 2021).

Мучнистая роса, возбудителем которой является *Microsphaera diffusa* (Sulima & Zhukov, 2022), широко распространена в регионах с теплым климатом и особенно активно поражает растения при влажной погоде. *Microsphaera diffusa* является облигатным биотрофом семейства бобовых. Но его основным хозяином является именно соя (*Glycine max*). Во время роста и развития сои инфекция распространяется конидиями. Первичное заражение происходит весной, когда перезимовавшие споры попадают на растение путем

переноса ветром с растительных остатков (Kelly et al., 2024). Основным симптомом заболевания – это белый мучнистый налет, который появляется на стеблях и листьях растений. По мере развития заболевания налет постепенно становится более плотным, его цвет меняется с белого на сероватый, а на его поверхности появляются черные точки – так называемые клейстотеции. Каждый клейстотеций содержит 4 или 8 сумок, внутри которых находятся по 8 одноклеточных аскоспор размером 9-14 x 19-25 мкм. Чаще всего патоген локализуется на листовых пластинках сои, однако если складываются благоприятные условия, мучнистая роса способна переходить на другие органы растения (Frare et al., 2025). Возбудитель способен зимовать на зараженных остатках растений (Yulia et al., 2017).

Рак стебля сои, возбудителем которого является *Diaporthe phaseolorum* (Sun et al., 2012), широко распространен в странах Юго-Восточной Азии, таких как Китай, Япония и Корея, а также на Американском континенте. Заболевание проявляется в двух формах, каждая из которых вызывается отдельными видами патогенов. Первая форма – северный рак стебля (*Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*), а вторая – южный рак стебля (*Diaporthe phaseolorum* var. *meridionalis*) (Mena et al., 2024). Заболевание, вызванное патогенами рода *Diaporthe*, обычно происходит на ранних стадиях развития сои (V2-V6) (Кузьмин, 2023). На стеблях сои образуются красновато-коричневые пятна с серым центром и темно-бурыми краями. Постепенно пятна распространяются, покрывая всю поверхность стебля, и формируют слегка вдавленные полосы. Эти патогены поражают не только сою, но и другие виды бобовых культур. Возбудители сохраняются на растительных остатках в течение зимнего периода, а с наступлением дождливой погоды инфекция распространяется на здоровые растения с помощью конидий (Petrovic et al., 2015).

Заражение семян, приводящее к развитию стеблевого рака, происходит в конце весны – начале лета, однако симптомы заболевания становятся заметны позже, когда соя достигает стадии цветения. Как правило, болезнь распространяется на несколько соседних растений, находящихся рядом с первоначальным источником инфекции (Thickett et al., 2007). Оптимальные условия для заражения – влажная погода, но без сильных дождей (Sang et al., 2023).

Ущерб от грибных заболеваний может значительно варьироваться в зависимости от условий внешней среды, биологических особенностей возбудителя, степени его распространенности и характеристик конкретного сорта. Согласно собранным литературным данным, на территории Республики Казахстан наиболее распространены грибные инфекции, поражающие различные части сои в виде пятнистостей, такие как септориоз, церкоспороз и аскохитоз. Кроме того, распространены болезни, затрагивающие корневую систему, такие как фузариоз, фитофтороз, корневая и белая гнили.

1.6 Влияние сортов на фитосанитарное состояние и продуктивность сои

Практически на всем протяжении истории мировой и отечественной селекции сои основное внимание уделялось созданию сортов с высокой адаптивностью и продуктивностью (Бурляева & Малышев, 2001). Однако урожайность – это сложный количественный признак, который формируется под влиянием совокупности факторов, включая продолжительность вегетационного периода, устойчивость к абиотическим стрессам, чувствительность к фотопериоду, а также, что особенно важно в современных условиях – генетически обусловленную устойчивость к основным заболеваниям. Подбор сортов, сочетающих высокий продуктивный потенциал и фитосанитарную устойчивость, позволяет не только реализовать биологический ресурс урожайности, но и снизить инфекционную нагрузку на посевы, минимизируя применение химических средств защиты.

Возделывание сои в разных почвенно-климатических зонах привело к образованию большого количества сортов и форм, отличающихся холодостойкостью, засухоустойчивостью, требованиями к длине светового дня и длиной вегетационного периода (Толоконников & Исупова, 2005).

По продолжительности периода вегетации и сумме активных температур сорта сои делят на девять групп (таблица 1).

Наиболее распространенная классификация сортов сои основана на продолжительности периода вегетации, поскольку этот показатель легко фиксируется в полевых условиях и широко используется при сравнительной характеристике сортов. Однако классификация по сумме активных температур более полно отражает биологические особенности генотипа, так как потребность сорта в определенном количестве тепла является относительно устойчивым признаком и закреплена в его наследственной природе. В отличие от календарной продолжительности вегетационного периода, которая может заметно изменяться под влиянием широты, температурного режима и условий конкретного года, сумма активных температур позволяет точнее оценить реальную скороспелость сорта. Так, ультраскороспелый сорт с суммой активных температур 1700 °С при выращивании на широте 50° может закончить вегетацию за 76–80 дней, набрав за это время необходимую сумму активных температур. Тот же сорт при выращивании на широте 55° созревает уже за 100–110 дней, а на широте 57° – за 120–130 дней. Следовательно, один и тот же сорт при классификации только по продолжительности периода вегетации может быть отнесен к разным группам скороспелости в зависимости от зоны выращивания. Например, в одних условиях он будет соответствовать первой группе скороспелости, то есть ультраскороспелым сортам, а в других — пятой группе, характерной для среднеспелых сортов. При классификации же по сумме активных температур его принадлежность остается постоянной: такой сорт всегда будет относиться к первой группе скороспелости, поскольку

его тепловая потребность не изменяется вместе с географической широтой возделывания (Соорер, 1977) (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация сортов сои по продолжительности вегетационного периода

№ группы	Группа сортов	Продолжительность периода от всходов до созревания, дни (по Корсакову)	Сумма активных температур, °С (по Посыпанову)
1	2	3	4
1	Ультраскороспелые	80	1700
2	Очень скороспелые	81-90	1701-1900
3	Скороспелые	91-110	1901-2200
4	Среднескороспелые	111-120	2201-2300
5	Среднеспелые	121-130	2301-2400
6	Среднепозднеспелые	131-150	2401-2600
7	Позднеспелые	151-160	2601-3000
8	Очень позднеспелые	161-170	3001-3500
9	Исключительно позднеспелые	170	3500

В каждом хозяйстве для получения стабильных по годам урожаев рекомендуют возделывать 2-3 районированных и перспективных сорта сои. Сортообновление рекомендуется проводить один раз в 3-4 года, а сортосмену – по мере районирования новых сортов (Филатов и др., 2003).

Наряду с созданием сортов зернового направления по-прежнему актуальным остается производство сортов кормового направления, предназначенных на зеленую массу, сено, силос, для пожнивных и смешанных посевов с другими культурами. Образцы кормовой сои разного направления использования должны соответствовать определенным требованиям.

Сорта, возделываемые на сено, отличаются типом роста, темной окраской, мелкими размерами семян и высоким содержанием белка в семенах. Образцы зеленоукосного и силосного направления различаются только по фактору роста, а именно: силосные сорта характеризуются большей высотой растения. Признак числа листьев на растении можно использовать в качестве индикаторного для косвенной оценки образцов по урожайности зеленой массы (Бурляева & Малышев, 2013). Кроме того, для создания зеленого кормового конвейера, необходимого для подкормки животных свежей зеленой массой с середины лета, важен подбор высокоурожайных сортов из разных групп спелости. Для этого изучали динамику роста и накопления зеленой массы у образцов кормового направления. В результате были найдены источники наибольшей урожайности зеленой массы, достигающие укосной спелости в разные сроки - от 70–80 до 100–110 дней после посева. В государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в

Республике Казахстан, включено более 100 сортов сои, среди которых есть кормовые, зерновые и комплексного использования (зернокормовые). У кормовых сортов используют на корм семена и вегетативную массу. У них тонкий, хорошо облиственный, неполегающий стебель. К кормовым сортам относятся Аурика, Искра, Чолпон и др. Сорта сои различаются по высоте растений, высоте прикрепления нижних бобов, по скороспелости, устойчивости к полеганию, засухоустойчивости, массе 1000 семян, по содержанию в семенах белка и масла (Афонин и др., 2009).

Рациональный подбор сортов, адаптированных к конкретным условиям региона и обладающих устойчивостью к основным болезням, является фундаментом стабильного соеводства. Однако даже при использовании высокопродуктивных сортов реализация их потенциала во многом зависит от соблюдения оптимальных агротехнических приёмов, среди которых ключевое значение имеют сроки и способы посева.

1.7 Значение сроков и способов посева при возделывании сои

Посев – одна из самых ответственных операций, которая завершает весь комплекс весенних полевых работ, а хорошие, дружные всходы – залог высокого урожая. Время сева, способ и норма высева, глубина заделки семян – всё это весьма существенные факторы посева, от которых зависит урожайность культуры.

Посев должен обеспечить равномерное распределение семян на площади поля и по глубине, с тем чтобы создать благоприятные условия для появления всходов, питания и освещённости растений, механизированного ухода за культурами. Важную роль в стабилизации урожаев, реализации потенциала продуктивности сорта и рациональном использовании биоклиматических ресурсов местности играют приёмы сортовой агротехники, и, в частности, сроки и нормы высева. Однако реакция разных сортов сои на приёмы сортовой агротехники весьма специфична и требует детального изучения для каждого нового сорта. В условиях изменяющегося климата такие исследования приобретают особую значимость, так как изменения температурного режима, влажности и других факторов оказывают влияние на адаптационные свойства сортов, требуя разработки более устойчивых агротехнических решений (Didur et al., 2024).

Сроки посева зависят от биологии культуры, особенностей сорта, цели возделывания, климатических условий зоны (района), гранулометрического состава и влагообеспеченности почвы, складывающихся погодных условий, возможности появления вредителей, болезней и других условий.

Подбор оптимального срока посева является одним из важнейших агротехнических приёмов, позволяющих эффективно снижать фитосанитарную нагрузку. Сроки сева определяют, в какие погодные условия попадут чувствительные фазы онтогенеза, такие как всходы, цветение и налив бобов, что, в свою очередь, влияет на вероятность поражения различными

патогенами. Так, слишком ранний сев в непрогретую и влажную почву повышает риск развития корневых гнилей и синдрома внезапной гибели сои (*Fusarium virguliforme*, *Pythium spp.*) (Brown et al., 2023), тогда как чрезмерно поздний сев способствует усиленному распространению листовых и стеблевых инфекций, включая ржавчину, церкоспороз и вирусные болезни, передаваемые насекомыми (Blum et al., 2025; Reis et al., 2020). Таким образом, рационально подобранный срок сева позволяет частично избежать совпадения уязвимых фаз развития сои с наибольшей активностью патогенов, что делает его эффективным инструментом профилактики заболеваний и элементом интегрированной системы защиты растений. Поэтому выбор оптимального срока сева должен основываться не только на агроклиматических параметрах и биологических особенностях культуры, но и на региональной фитосанитарной обстановке. В различных зонах условия для прорастания семян, вегетационного развития и, что особенно важно, активизации возбудителей болезней могут существенно различаться. Так, одни сроки сева позволяют минимизировать вероятность поражения растений корневыми гнилями или вирусными инфекциями, в то время как в других случаях требуется избежать совпадения уязвимых фаз развития сои с периодами эпифитотий листостебельных заболеваний. Поэтому подбор сроков посева в каждой конкретной зоне должен учитывать как агрономические условия – термический режим, влагообеспеченность, продолжительность вегетационного периода, – так и эпидемиологические риски, связанные с распространением болезней, характерных для данной территории.

Для многих природно-климатических зон сегодня подобраны оптимальные сроки посева. Оптимальный срок посева сортов сои северного экотипа совпадает с устойчивым прогреванием посевного слоя почвы до 8–10 °С, когда минует опасность попадания всходов под сильные заморозки или затяжное похолодание. В годы с ранней и теплой весной сою можно начинать сеять в первой декаде мая, а в годы с затяжной прохладной весной – в середине мая. Косвенный показатель наступления оптимального срока сева сои – массовые всходы овсяга, редьки дикой, горчицы полевой, мари белой, горца вьюнкового и др. В опытах Воронежского ГАУ (1995–1997 гг.) лучшим сроком сева был первый (20 апреля), а худшим – последний (25 мая) (Кадыров & Федотов, 2005).

В районах с продолжительным вегетационным периодом сою в системе зеленого конвейера можно высевать в несколько сроков с интервалами 10–20 дней. В районах Дальнего Востока, где относительно короткий вегетационный период, сеять начинают в тот момент, когда почва прогревается до 10 °С, так как при более поздних посевах соя не созревает на зерно. Посев проводят в короткие сроки и заканчивают не позднее 1 июня (Boiarskaia et al., 2020). В Краснодарском крае сою сеют при температуре почвы на глубине заделки семян 16–18 °С. В Польше сою высевают ближе к середине мая (Fordoński et al., 2023).

В центрально-чернозёмном регионе посев сои проводят, как только почва прогреется на глубине 10 см до 10–14 °С (среднесуточная температура), а при позднем начале полевых работ до 8–10 °С. В холодной почве семена не прорастают. В первые дни следует высевать более позднеспелые сорта (Посыпанов и др., 1997).

Глубина посева семян имеет большое значение для получения своевременных, дружных и здоровых всходов. Важно, чтобы семена в почве были помещены в такие условия, при которых они полностью были бы обеспечены теплом, влагой и воздухом. Глубина посева семян зависит от их размера (крупные помещают глубже, чем мелкие), климатических условий (в сухих районах заделывают глубже, во влажных – мельче), гранулометрического состава почвы (на глинистых почвах сеют мельче, а на песчаных – глубже), срока сева (при запаздывании семена помещают глубже, во влажный слой), биологических особенностей растений (Camargos et al., 2019).

Глубина заделки семян оказывает значительное влияние на развитие проростков сои. Исследования показывают, что минимальная глубина заделки способствует быстрому появлению дружных всходов, снижая энергозатраты семян на преодоление верхнего слоя почвы. Однако более глубокая заделка может положительно сказываться на равномерном доступе к влаге и улучшении высоты растений, особенно на стадии V3. В условиях контролируемых экспериментов было выявлено, что различия в глубине посева (1, 2 и 3 см) не оказывают значительного влияния на длину гипокотили и эпикотили, но влияют на высоту растений, что важно для оптимизации агротехнических приёмов (DeJournett et al., 2023).

Следует, однако, отметить, что современные зерновые сеялки, особенно узкорядные, не обеспечивают равномерной глубины заделки семян. При посеве зернобобовых культур и отсутствии сеялок с полозовидными сошниками лучше использовать рядовые, а не узкорядные дисковые сеялки и работать на пониженных скоростях (5-6 км/ч). При повышенных скоростях часть семян заделывается мельче требуемой глубины, а некоторые могут остаться на поверхности почвы (Толмачев & Синеговская, 2009).

В настоящее время существует множество различных способов посева сои. Соя – пропашная культура, на богарных и орошаемых землях её сеют широкорядным однострочным способом с шириной междурядий 45 см. При орошении ширину междурядий увеличивают до 60 – 70 см, что иногда приводит к снижению урожая зерна на 3–4 ц/га.

Широкорядный способ посева с междурядьями 45, 60, 70 см, применяют в зависимости от сорта и наличия машин в хозяйстве. Низкорослые скороспелые сорта высевают с междурядьем 45 см, среднеранние и средние – 60, высокорослые среднепоздние и позднеспелые – 70 см. Применяют также ленточный, широкополосный и обычный рядовой способы посева сои. Наиболее благоприятной для юга страны шириной междурядий считается 60–70 см (Fordoński et al., 2023).

Сою можно высевать узкорядным способом с междурядьями 15 см, а также широкорядным способом с междурядьями 30–66 см, что позволяет адаптировать технологию к различным условиям выращивания. Узкорядный способ посева обеспечивает равномерное распределение растений и способствует более эффективному использованию фотосинтетически активной радиации, что положительно сказывается на продуктивности. В свою очередь, широкорядные посевы создают условия для лучшего проветривания и освещения растений, однако из-за конкуренции в рядах их продуктивность может снижаться. Выбор способа посева зависит от особенностей сорта, нормы высева и агротехнических задач (Толмачев & Синеговская, 2009).

На Дальнем Востоке сою выращивают по следующей схеме: способ посева – ленточный двухстрочный (51+15 см), рядовой или широкорядный гребневой с междурядьями 45–60 см. В Европейской части России широко используется пунктирный способ посева – широкорядный (70 см), но лучшим способом посева считается широкорядный с шириной междурядий 45 см. В КНР была доказана экономическая выгода от совместного посева сои с кукурузой (Chen et al., 2025). Сою высевают универсальной сеялкой СКПП-12, или сеялками ССН-5,8Д, СПС-12С, СПС-24 (Гаврилин, 2015).

Для посева широкорядным способом используют зерновые, свекловичные и кукурузные квадратно-гнездовые сеялки. Применяют также посев зерновой сеялкой СЗТ-3,6 черезрядно (расстояние между рядами 30 см), а также посевные комплексы (Толмачев & Синеговская, 2009).

Грамотный подбор сроков и способов посева является одним из важнейших элементов технологии возделывания сои, определяющим успешность последующего роста и формирования урожая. От момента заделки семян до наступления ключевых фаз вегетации именно этот фактор во многом предопределяет, в каких условиях окажется растение, насколько эффективно оно сможет использовать тепло, влагу и свет, а также как будет взаимодействовать с сорняками и микроорганизмами в ризосфере. При оптимальном сочетании срока, глубины и способа посева можно снизить риск стрессов, связанных с неблагоприятными погодными условиями, а также уменьшить вероятность развития отдельных болезней за счёт смещения уязвимых фаз роста в периоды, менее благоприятные для патогенов. Однако, даже при максимально точном соблюдении агротехнических требований, полностью исключить поражение посевов болезнями невозможно, поскольку значительная часть фитосанитарных угроз определяется биологией возбудителей и условиями сезона.

1.8 Значение предпосевной обработки семян при возделывании сои

Предпосевная обработка семян является одним из наиболее эффективных и распространённых приёмов, обеспечивающих защиту сои от широкого спектра неблагоприятных факторов на ранних этапах онтогенеза

(Курилова & Пустовойта, 2023). Семена и проростки в первые недели после посева особенно уязвимы к воздействию почвенной микрофлоры, где важнейшую роль играют возбудители корневых и прикорневых гнилей, среди которых наиболее вредоносными считаются представители рода *Fusarium*, а также *Pythium*, *Rhizoctonia* и ряд других патогенов. Помимо почвенных инфекций, источником первичного заражения нередко выступает собственный семенной материал, поражённый *Alternaria*, *Phomopsis* и другими возбудителями (Didorenko et al., 2023). Поэтому предпосевная обработка семян рассматривается как основное звено фитосанитарной оптимизации, позволяющее сократить начальный инфекционный фон и создать условия для формирования здоровых и выровненных всходов.

В практике растениеводства наиболее широкое распространение получили химические протравители (Лукомец и др., 2019). Их использование направлено на защиту семян от комплекса грибных заболеваний, а также на предотвращение передачи патогенов через семенной материал. Фунгицидные протравители контактного и системного действия подавляют прорастание конидий и мицелия, обеспечивая длительный защитный эффект. В многочисленных исследованиях показано, что применение протравителей способствует снижению поражённости растений корневыми гнилями, уменьшает выпадения и тем самым обеспечивает сохранение густоты стояния, что напрямую отражается на урожайности (Adamov et al., 2024). Однако наряду с высокой эффективностью у химических средств отмечаются и ограничения, связанные с их узкой специфичностью, возможностью развития резистентности у патогенов и экологическими рисками.

В связи с этим значительное внимание уделяется внедрению биологических препаратов, прежде всего инокулянтов на основе *Bradyrhizobium japonicum*. Инокуляция семян обеспечивает формирование симбиотической системы «растение–ризобии», которая играет ключевую роль в азотном питании сои. Помимо прямой функции азотфиксации, многочисленные исследования указывают на то, что инокуляция способствует повышению устойчивости растений к стрессам и развитию инфекций. Биологическая обработка рассматривается как экологически безопасный приём, способный дополнять или в ряде случаев частично заменять химическую защиту.

Отдельное направление исследований связано с использованием регуляторов роста и биостимуляторов, таких как природные терпеноиды, гуматы и микроудобрения. Эти препараты активизируют ферментативные процессы в семенах, ускоряют прорастание, усиливают корнеобразование и повышают общую адаптивность растений (Vasin et al., 2024). За счёт этого косвенно уменьшается их восприимчивость к патогенам и неблагоприятным факторам среды. Таким образом, применение биостимуляторов формирует дополнительный уровень защиты, основанный не на прямом подавлении возбудителя, а на повышении устойчивости самого растения.

В последние годы в мировой практике всё большее распространение получает комбинированное применение различных средств предпосевной обработки, когда химические протравители сочетаются с биологическими препаратами или биостимуляторами (Nyzhnyk et al., 2024). Такой подход позволяет одновременно контролировать широкий спектр патогенов и обеспечивать стимуляцию роста и развития растений, однако необходимо осторожно подбирать фунгицид, т.к. он должен быть совместим с инокулянтom и не подавлять действие микроорганизмов (Курилова & Бушнева, 2023).

Несмотря на наличие значительного числа исследований, посвящённых эффективности различных способов предпосевной обработки сои, для условий Северного Казахстана эта проблема остаётся недостаточно изученной. Колебания погодных условий, специфика местных почв и сортового состава, а также постоянное появление новых штаммов возбудителей создают необходимость в проведении комплексных исследований, направленных на определение оптимальных схем обработки семян.

Особенно актуально это для североказахстанской лесостепи, где соя является относительно новой культурой и возделывается в условиях короткого вегетационного периода, частых перепадов температуры и неустойчивого увлажнения (Kipshakbayeva et al., 2024). Такие факторы повышают риск развития почвенных и семенных инфекций и делают ранние этапы роста критически важными для формирования урожая. Потери растений в начале вегетации практически невозможны и напрямую влияют на густоту стояния, количество бобов и семян, а также на массу 1000 семян. В этой связи именно предпосевная обработка семян выступает как ключевой элемент системы фитосанитарной оптимизации посевов, способный обеспечить сохранность растений и повысить устойчивость агроценоза.

Таким образом, исследование различных вариантов предпосевной обработки семян, включая химические протравители, биологические препараты и регуляторы роста, является актуальной задачей. Оно позволяет выявить наиболее результативные и адаптированные к региональным условиям приёмы, которые обеспечивают ограничение развития болезней и способствуют повышению продуктивности сои в условиях Северного Казахстана.

1.9 Применение фунгицидов для контроля болезней сои в период вегетации

В период вегетации соя подвергается воздействию широкого спектра патогенов, поражающих листья, стебли и бобы. Наиболее опасными и распространёнными в различных агроэкологических зонах считаются альтернариоз (*Alternaria spp.*) (Мусынов и др., 2022), склеротиниоз (*Sclerotinia sclerotiorum*), церкоспороз (*Cercospora sojina*) и ржавчина сои (*Phakopsora pachyrhizi*) (Овсянкина и др., 2024). Эти болезни способны значительно

снижать фотосинтетическую активность растений, ухудшать формирование бобов и семян, а в годы эпифитотий приводить к существенным потерям урожая (Emerson & Faske, 2024).

В мировой практике основным приёмом контроля данных инфекций является применение фунгицидов. Наибольшее распространение получили препараты на основе тирама, карбендазима, флудиоксопила и их комбинаций, а также фунгициды нового поколения из класса SDHI (ингибиторов сукцинатдегидрогеназы) (Chen et al., 2025). Их использование позволяет существенно снижать распространённость и развитие заболеваний, обеспечивая сохранение ассимиляционного аппарата растений в течение всего вегетационного периода (Brown et al., 2024). Ряд исследований указывает на то, что фунгицидные обработки, помимо прямого защитного действия, оказывают и физиологический эффект: способствуют увеличению активности фотосинтеза, замедляют процессы старения листьев и тем самым продлевают вегетацию и улучшают накопление урожая.

Наиболее эффективным считается системный подход, при котором фунгицидные обработки проводятся в критические фазы развития растений (начало цветения, формирование и налив бобов). Такой подход позволяет защитить наиболее уязвимые органы растения и минимизировать потери урожая. В условиях США, Бразилии и Китая подобные схемы стали неотъемлемой частью технологии возделывания сои, что подтверждается стабильным повышением урожайности при их использовании.

Для Казахстана данное направление остаётся относительно малоизученным. Имеющиеся данные указывают на эффективность отдельных препаратов против альтернариоза и склеротиниоза, однако системные исследования, учитывающие сочетание сортовых особенностей, сроков посева и предпосевной обработки с фунгицидными мероприятиями по вегетации, пока ограничены. Это создаёт необходимость в проведении комплексных опытов, направленных на оценку роли фунгицидов как элемента интегрированной защиты растений.

Таким образом, фунгицидные обработки в период вегетации являются важным звеном фитосанитарной оптимизации посевов сои. Они обеспечивают не только снижение развития болезней, но и сохранение продуктивного потенциала культуры, что имеет особое значение для регионов с нестабильными погодными условиями, к которым относится и Северный Казахстан. Включение данного приёма в систему возделывания сои открывает возможности для повышения урожайности и качества семян за счёт комплексного контроля фитопатогенного комплекса.

2 ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатическая характеристика северного Казахстана

Северный Казахстан включает Северо-Казахстанскую, Акмолинскую, Костанайскую и Павлодарскую области. Географически регион расположен в пределах лесостепной и степной зон на южной окраине Западно-Сибирской равнины, между примерно 52–55° северной широты и 65–78° восточной долготы. Он граничит с Тюменской, Омской областями и Алтайским краем Российской Федерации и представляет собой переходную зону от более увлажнённой лесостепи на севере к засушливым степям на юге. Рельеф преимущественно равнинный, местами пересечённый отдельными возвышенностями (Кокшетауская и Сарыаркинская системы), что формирует локальные различия в температурном режиме и распределении осадков.

Регион характеризуется резко континентальным климатом с долгой холодной зимой и коротким тёплым летом. Среднемесячная температура января в степной и лесостепной зонах обычно составляет –17...–19 °С, в отдельные годы минимумы опускаются ниже –40 °С. В июле средние температуры находятся на уровне +19...+21 °С, при жарких волнах отмечаются максимумы до +35...+40 °С. Вегетационный период (устойчивые среднесуточные температуры выше +10 °С) длится около 130–135 дней на севере и до 165–170 дней на юге Северного Казахстана; сумма активных температур (>10 °С) возрастает от приблизительно 2200 °С до 3200–3400 °С в направлении с севера на юг (Baisholanov et al., 2024).

Режим осадков имеет ярко выраженный широтный градиент и сезонную неравномерность. Среднегодовое количество осадков в лесостепной части Северного Казахстана обычно составляет 350–400 мм, в центральных степных районах 250–300 мм, на южной границе степной зоны менее 220 мм в год. До 70–80 % годовой суммы выпадает в тёплый период, с максимумом в июне–июле, тогда как зимой атмосферные осадки, преимущественно в виде снега, невелики. В годы с суммой осадков за май–июль существенно ниже нормы формируется выраженная атмосферная и почвенная засуха, приводящая к заметному снижению урожайности полевых культур.

Сочетание тепловых и влажностных ресурсов определяет агроклиматическое зонирование. На севере Северного Казахстана (лесостепь и увлажнённые части возвышенностей) выделяется умеренно увлажнённая и умеренно тёплая зона. К югу преобладают слегка засушливые и умеренно засушливые степные подзоны, где коэффициент увлажнения снижается, а вероятность засух и суховеев возрастает. В наиболее южной части региона формируются очень засушливые условия, близкие к границе устойчивого неорошаемого земледелия (Baisholanov et al., 2024). По оценкам отечественных исследований, в северной лесостепной подзоне сильные засухи наблюдаются в среднем один раз в 6–10 лет, тогда как в южных степях тяжёлая

засуха и суховеи повторяются почти каждый 2–3-й год, что требует жёсткого отбора засухоустойчивых сортов и влагосберегающих технологий (Сүлейменова & Ахметова, 2015).

К ключевым климатическим рискам для сельского хозяйства относятся засухи, суховеи, поздневесенние и раннеосенние заморозки, а также волны аномальной жары (Kusainova et al., 2025). В суровые зимы экстремально низкие температуры вызывают вымерзание озимых и повреждение садовых насаждений, поэтому в структуре посевов доминирует яровые зерновые.

Многолетние ряды наблюдений указывают на заметные тенденции изменения климата. Начиная с 1970-х годов в северных и центральных областях Казахстана отмечается устойчивый рост среднегодовой температуры приблизительно на 0,3 °C за десятилетие, преимущественно за счёт потепления зимы и весны (Kazhydromet, 2025).

Почвенный покров Северного Казахстана сформировался под воздействием резко континентального климата и степной растительности, что обусловило широкое распространение чернозёмов и каштановых почв. Территориально в пределах Северо-Казахстанской, Акмолинской, Костанайской и Павлодарской областей наблюдается ярко выраженная зональность почвенного покрова. На севере региона доминируют обыкновенные и южные чернозёмы, обладающие высоким природным плодородием. По мере продвижения к югу они сменяются тёмно- и светло-каштановыми почвами, характеризующимися меньшей мощностью гумусового горизонта и большей степенью засоления и солонцеватости профиля.

Чернозёмы отличаются развитым тёмноокрашенным гумусовым горизонтом толщиной свыше 30 см, высоким содержанием гумуса (в пределах 4–6% и более), а также хорошей структурой и высокой насыщенностью основаниями, что обуславливает их нейтральную или слабощелочную реакцию. Эти свойства делают их особенно ценными для земледелия. В отличие от них, каштановые почвы имеют светлую окраску, менее мощный гумусовый горизонт и содержание перегноя около 3–4%, а в их составе чаще наблюдается накопление легкорастворимых солей и признаков солонцеватости. В южных районах, таких как Павлодарская область, фоновое засоление каштановых почв связано с близким залеганием соленосных пород, что ограничивает возможности их сельскохозяйственного использования.

Пространственное распределение почв региона чётко подчинено широтной зональности. Севернее 53° северной широты преобладают чернозёмы, переходящие в тёмно- и светло-каштановые почвы по мере продвижения к югу. В пониженных элементах рельефа в южной части региона развиты участки солонцов и солончаков, часто препятствующие полноценному росту сельскохозяйственных культур. Климатический градиент выражается не только в смене почвенных типов, но и в уменьшении гумусированности и усилении карбонатности профиля.

Интенсивное сельскохозяйственное использование почв, особенно после освоения целины, привело к значительным изменениям в их морфологических и химических характеристиках. На южных чернозёмах и каштановых почвах ежегодно наблюдается отрицательный баланс органического углерода, что указывает на постепенное истощение запасов гумуса. В то же время на обыкновенных чернозёмах с более высоким содержанием органического вещества этот баланс сохраняется около нулевого значения (Rakhmanov et al., 2025; Takata et al., 2007). Серьёзную проблему представляет также ветровая эрозия, особенно в условиях недостаточной почвозащитной агротехники. Полевые наблюдения показывают, что после механической обработки почв потери верхнего слоя вследствие дефляции возрастают многократно, что негативно сказывается на их агрофизических свойствах (Koza et al., 2024).

Особую опасность представляет засоление, особенно на каштановых почвах южной части региона. При отсутствии эффективной дренажной системы возможно формирование вторичного засоления и деградации структуры почвы, что снижает водопроницаемость и приводит к ухудшению условий для корнеобитания растений. Согласно современным оценкам, значительная доля сельхозугодий Казахстана подвержена различным формам засоления, что требует постоянного мониторинга и мелиоративных мероприятий (Hassani et al., 2021).

Таким образом, климат Северного Казахстана сочетает значительный тепловой ресурс и расширенные площади плодородных почв с хроническим дефицитом влаги и высокой межгодовой изменчивостью погодных условий.

2.2 Почвенно-климатическая характеристика зоны проведения исследований

Акмолинская область располагается в северной части Республики. В северной части область граничит с Северо-Казахстанской областью, в южной части - с Карагандинской, в восточной - с Павлодарской, а на западной - с Костанайской областями. Сандыктауский район находится в северной части Акмолинской области, и он граничит с Северо-Казахстанской областью.

Сандыктауский район образовался 17 января 1928 года в качестве одного из районов Петропавловской области. Районный центр расположен в поселке Балкашино. В составе района пять населенных пунктов, возраст которых превышает сто лет. В области 15 сельских округов, и в их числе Каменский сельский округ. Численность населения района составляет 22 341 человек. Район охватывает 6400 км² или 0,234% площади Республики Казахстан. Климат резко континентальный, что выражается в суровых зимах, жарком лете и небольшом количестве осадков.

Лето жаркое и засушливое, однако, большая часть осадков выпадает в теплый период (апрель–октябрь). Летом возможны пыльные бури. Самым теплым месяцем является июль, его средний показатель температуры - 20,8 °С.

Наиболее холодным месяцем является январь со средним температурным показателем -14,2 °С.

Годовая амплитуда среднемесячных температур воздуха составляет 34-41°С. В отдельные, очень суровые зимы температура может упасть до 49- 54°С (абсолютный минимум), но вероятность лет с этой температурой составляет не более 5%. В жаркие летние дни температура может подниматься до + 39°-44 °С. Абсолютная годовая амплитуда (разница между абсолютным минимумом и абсолютным максимумом температуры воздуха) составляет 91-101°С.

Годовое максимальное количество осадков составляет 780 мм (в 1892 году), годовой минимум составляет 113 мм (в 1951 году). Рекордное максимальное количество осадков в день составляет 86 мм (зарегистрировано в июле 1972 года). Относительная влажность воздуха составляет 67% (самая высокая в ноябре - 80%, самая низкая в июне - 53%). Большая часть осадков выпадает в июле, осадки бурные. Первые заморозки наблюдаются 10-20 сентября, иногда ранние заморозки возможны в конце августа. Осень характеризуется преобладанием облачной погоды, хотя количество осадков не превышает 20-30 мм в месяц.

Почва замерзает в среднем до 1,5 м, а в отдельные годы до 2,5 м. Устойчивый снежный покров держится около 140-155 дней. Весна характеризуется быстрым нарастанием тепла. Активность ветра увеличивается, средняя скорость ветра достигает - 5-6 м / с. Весной наблюдается нестабильная погода с частыми холодными возвращениями и поздними морозами. Последние морозы в южной половине региона наблюдаются с 3 до 15, в северной половине - с 14 по 24 июня.

Почвенно-растительный покров Акмолинской области представлен степями и частично полупустынями. Почвенные комплексы и ассоциации растений чрезвычайно разнообразны в зависимости от рельефа и подстилающих пород. Растительность устойчива к засухе, представлена перистой травой, овсяницей, а сосновые леса часто встречаются на холмах. Вся западная треть Акмолинской области занята злаковыми степями на темных каштановых почвах.

На территории Акмолинской области выделяются две широтные почвенно-географические зоны: чернозем и каштан, разделенные на четыре подзоны. В черноземной зоне выделяются подзоны обыкновенного и южного черноземов; в зоне каштановых почв выделяются подзоны темных каштановых и обыкновенных каштановых почв. Почвы черноземной зоны отличаются мощным профилем, высокой степенью содержания гумуса и благоприятными водно-физическими свойствами.

Подзона южных черноземов, на которых проводились исследования, охватывает всю северную часть Сандыктауского района. Эти черноземы характеризуются небольшой толщиной гумусового горизонта (А + В1) - 45-47 см. Горизонт А содержит 3-5% гумуса.

Территория района представляет собой равнину, пронизанную с севера на юг параллельными хребтами, основными из которых являются Сандыктау и Жаксы-Укт. Самая высокая точка - 626 м (Безымянная), в 12 км к востоку от Балкашино. Через район протекает река Жабай со своими притоками Саркырам, Ашила и другими. Здесь есть небольшие озера - Кабаний Ключ, Кумдыколь, Жаксы-Жалгызтау и другие.

2.3 Метеорологические условия в вегетационный период сои

Погодные условия вегетационного периода 2021 года в Сандыктауском районе выдались жаркими и засушливыми (ГТК = 0,45 – сухой). В мае, июне, июле и августе 2021 года, наряду с повышенной температурой, наблюдался необычный дефицит осадков по сравнению со среднегодовыми данными. В сентябре отмечалось снижение температурного фона, характерное для завершающего этапа вегетации, однако уровень теплообеспеченности оставался достаточным для протекания процессов созревания сои. Помесячный анализ ГТК показывает, что уже в начале вегетации сои отмечался дефицит влаги: в мае ГТК составил 0,4, в июне – 0,2, что соответствует крайне засушливым условиям. В июле ГТК повысился до 0,7, однако в августе вновь снизился до 0,3, что существенно ниже среднегодовы значений. Несмотря на то что всходы были дружными и своевременными, наступление заморозков до $-1 \dots -2^{\circ}\text{C}$ на поверхности почвы в первой декаде июня привело к угнетению значительной части всходов, и как следствие, к снижению продуктивности сои.

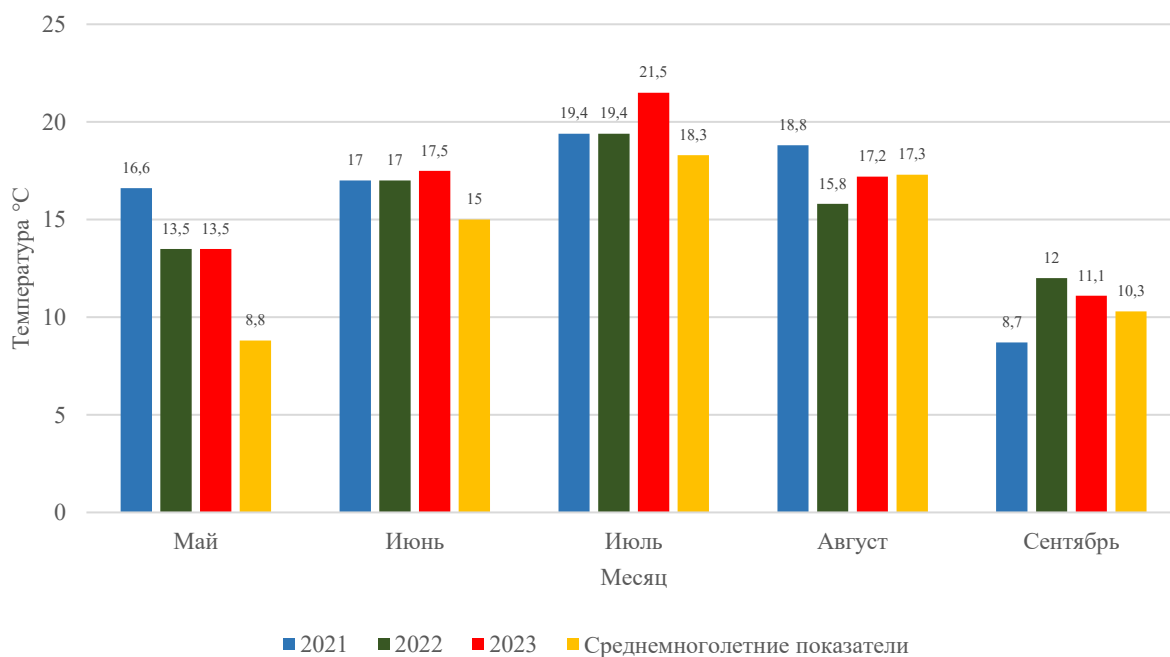


Рисунок 2 - Среднесуточная температура воздуха в период вегетации сои, $^{\circ}\text{C}$

2022 год был более благоприятным по влагообеспеченности в первой половине лета (ГТК = 0,9 – засушливый) в сравнении с аналогичным периодом 2021 года. Согласно рисункам 2 и 3, количество осадков в июне и июле было выше, чем в 2021 году. По данным ГТК, май характеризовался недостатком влаги (ГТК = 0,3), однако в июне и июле условия были близки к оптимальным (ГТК = 1,1 и 1,1 соответственно). В августе наблюдалось снижение влагообеспеченности (ГТК = 0,9) на фоне осадков, выпавших в объёме, почти в 4 раза меньшем среднегодовой нормы, что отрицательно повлияло на налив семян. В сентябре температурный режим характеризовался понижением среднесуточных температур по сравнению с летними месяцами, при этом количество выпавших осадков и значения ГТК соответствовали условиям умеренной влагообеспеченности.

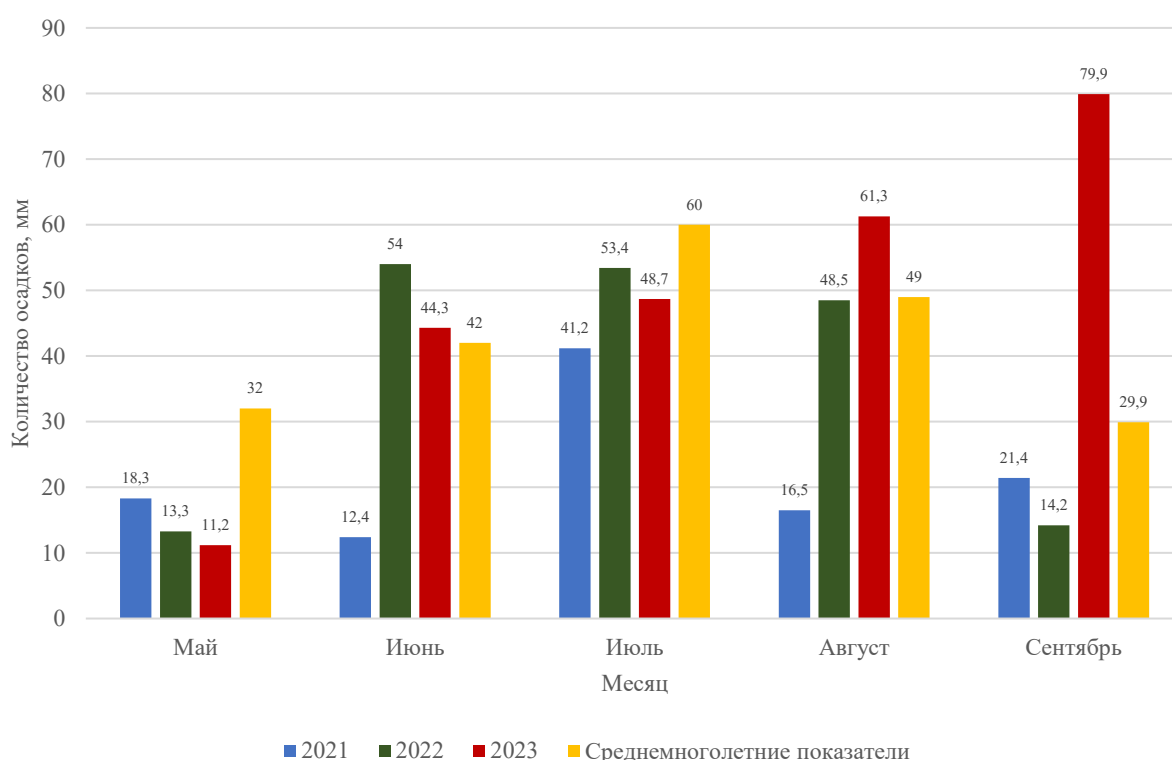


Рисунок 3 - Количество выпавших осадков в период вегетации сои, мм

В 2023 году погодные условия были наиболее равномерными и благоприятными. Значения ГТК отражают устойчивую умеренную влагообеспеченность: в мае ГТК составил 0,7, в июне – 0,8, в июле – 0,7, что соответствует оптимальным условиям для роста растений на ранних этапах развития. Наиболее благоприятным оказался август, когда ГТК достиг 1,2, превысив среднегодовой уровень, что обеспечило достаточное сочетание влаги и тепла в критическую фазу формирования урожая сои. В сентябре 2023 года на фоне значительного количества выпавших осадков значения гидротермического коэффициента существенно возросли и превышали среднегодовой уровень (рисунок 4). Повышенная влагообеспеченность в

сочетании с умеренным температурным режимом создала благоприятные условия для завершения вегетации и созревания семян сои. На фоне равномерного распределения осадков и стабильного температурного режима условия 2023 года можно охарактеризовать как наиболее соответствующие биологическим требованиям культуры. Такой комплекс метеорологических факторов способствовал полноценному прохождению фенологических фаз, снижению стрессовой нагрузки на растения и формированию более стабильного и равномерного урожая по сравнению с предыдущими годами.

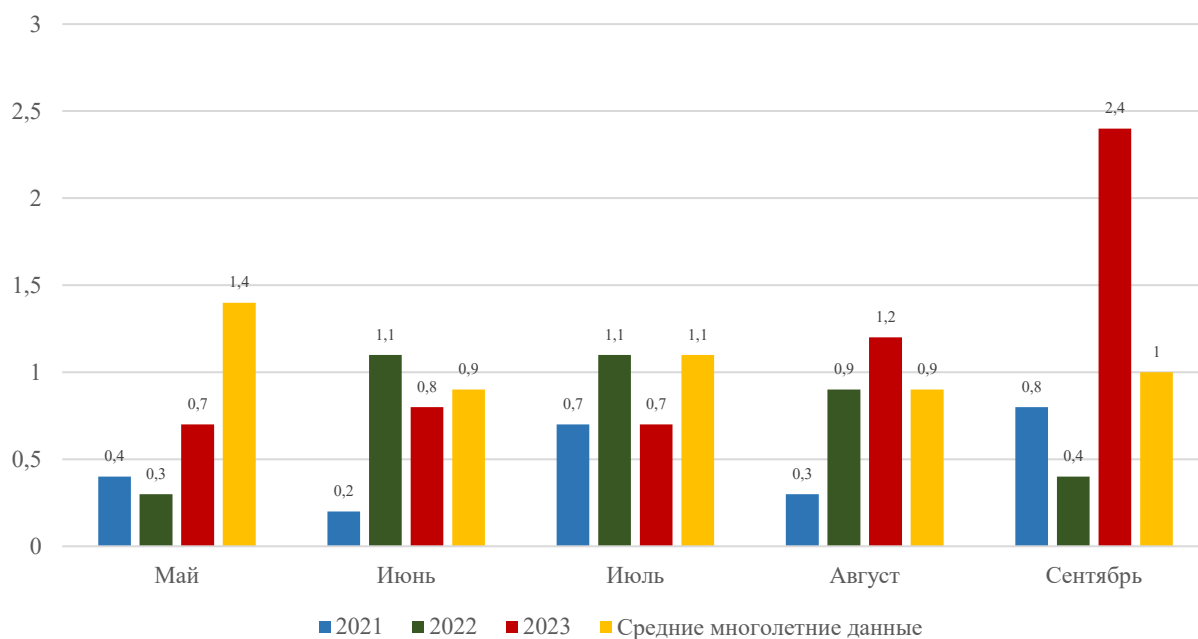


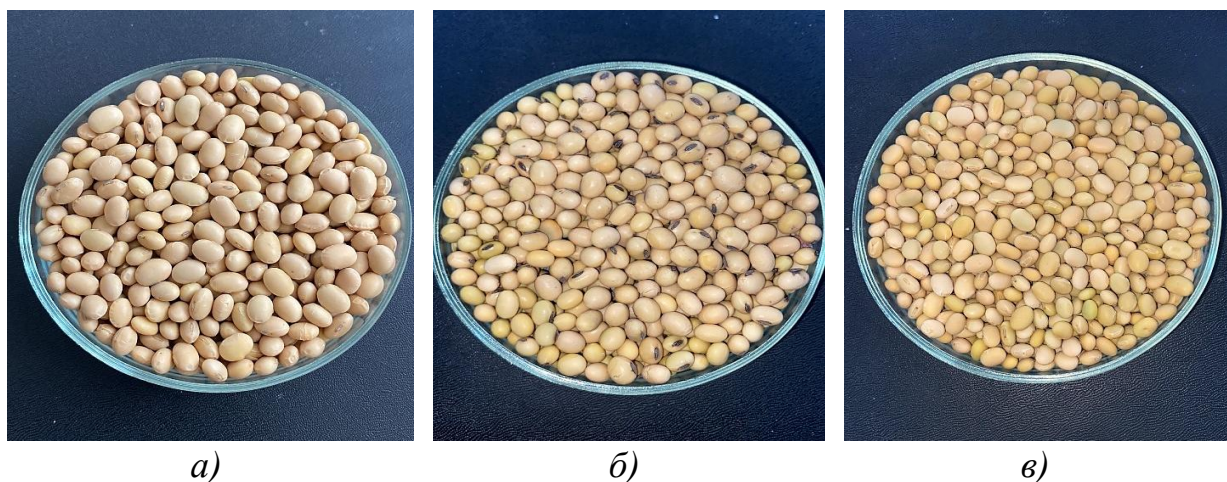
Рисунок 4 – Помесячные значения гидротермического коэффициента в сравнении со среднемноголетними данными, май–август

Летний период отличался высоким температурным фоном (до +35 °С) и низкой относительной влажностью воздуха, но чередование жарких дней с обложными осадками в фазе формирования бобов и налива семян улучшило влагообеспеченность и обеспечило более стабильное формирование урожая сортов сои.

3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Объекты исследований

В качестве объектов исследования использовали три сорта сои, различающиеся по скороспелости, величине семян и уровню продуктивности, что позволяло оценить реакцию различных генотипов на сроки посева и предпосевную обработку. Сорт Ивушка относится к раннеспелым, с вегетационным периодом 95–100 дней. Масса 1000 семян составляет 180–200 г, урожайность 20–25 ц/га. Содержание белка достигает 42%, масла – около 21%. Растения устойчивы к полеганию и растрескиванию бобов. Сорт допущен к использованию в Костанайской, Акмолинской и Павлодарской областях с 2017 года. Сорт Бірлік КВ – среднеранний сорт, имеет вегетационный период 105–110 суток, массу 1000 семян около 170 г и потенциальную урожайность до 3,5 т/га. Содержание белка составляет 40–42%, масла – около 19%. Растения устойчивы к полеганию и растрескиванию. Эльдорадо – российский сорт, рекомендованный для возделывания в Омской области, относится к очень ранним и раннеспелым по срокам созревания. Масса 1000 семян варьирует от 90,8 до 137,1 г, средняя урожайность – 10,2–10,5 ц/га. Содержание белка достигает 36,7%, масла – до 21,9%. Семена сортов сои представлены на рисунке 5.



а – Ивушка; б – Бірлік КВ; в – Эльдорадо

Рисунок 5 – Сорта сои

Перед посевом семена всех сортов обрабатывали комплексом препаратов. Фунгицидный протравитель ТМТД, в.с.к. (тирам, 400 г/л) применяли за 3–5 дней до посева с нормой расхода 8 л/т. Инокулянт Хайстик Соя, торфяной инокулянт (*Bradyrhizobium japonicum*, 2×10^9 КОЕ/г) наносили заблаговременно перед посевом с нормой расхода 4 кг/т. Регулятор роста

Новосил 10% (тритерпеновые кислоты, 100 г/л) применяли в день посева с нормой расхода 50 мл/т. Совместное применение препаратов обеспечивало защиту от почвенной инфекции, формирование азотфиксирующего симбиоза и стимуляцию раннего роста растений.

3.2 Методика проведения исследований

Исследования по определению посевных качеств семян, фитопотологический анализ по зараженности семенными инфекциями, структурный анализ урожая проводились в лаборатории кафедры «Биология, защита и карантин растений» Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина, выделение чистой культуры для идентификации фитопатогенов, определение качественных показателей семян проводились в лабораториях «Защита растений» и «Биохимия и технологическая оценка качества с/х культур» Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева.

Лабораторная всхожесть и энергия прорастания определялись лабораторными методами, в которых прорастание семян проводят в оптимальных условиях по ГОСТ 12038-84, что позволяет быстро определить эти параметры для основных полевых культур.

Лабораторная всхожесть – это процент проросших семян в образце, взятом для анализа. Прорастание является одним из важнейших показателей семенного материала, который имеет большое промышленное значение. Этот показатель определяет пригодность семян для посева, нормы высева. Семена, всхожесть которых не соответствует требованиям стандарта, к посеву не допускаются.

Энергия прорастания является мерой одновременности прорастания. Семена с высокой энергией прорастания обычно более устойчивы к неблагоприятным условиям; сеянцы таких семян растут быстрее, развиваются и становятся менее зараженными болезнями.

Для установления всхожести применяются зерна обследуемой культуры, выделенные при установлении чистоты семян. 4 образца по сто штук семян подсчитываются ручным способом без отбора или с помощью складного счетчика, для крупных посевов по пятьдесят зерен в каждом.

При проращивании семян как слой использовалась фильтровальная бумага. Фильтровальную бумагу необходимо держать в чистоте и использовать не загрязненной токсичными веществами. Используется в форме окружностей (в чашках Петри), конвертиков (на стекле), в виде полосок для прорастания в ваннах с непрерывным потоком воды и роликах.

Из различных методов прорастания в нашем исследовании мы использовали метод прорастания с фильтровальной бумагой рулонным методом. Лист бумаги размером 40х50 см (± 2 см) складывают по ширине вдвое и увлажняют. Для проращивания семян используют дополнительный вкладыш размером 20х50 см (± 2 см). Отгибают половину увлажненного листа, а на другой половине раскладывают пробу семян на расстоянии 2–2,5 см от

верхнего края листа и внизу на расстоянии 6,5–7 см от отогнутой стороны листа размещая их в четыре ряда в шахматном порядке. Семена накрывают отогнутой половиной листа, сворачивают рулон и ставят его вертикально в сосуд, который прикрывают, оставляя небольшое отверстие для вентиляции. Относительная влажность шкафов должна быть близка к насыщению.

Прежде чем семена прорастут, фильтровальная бумага увлажняется и избыток воды удаляется. При прорастании семян нужно наблюдать за температурой термостата, а кроме того, вовремя осуществлять подачу свежего воздуха к семенам, иногда открывая двери прибора.

Оценку и учет проросших семян, при определении энергии прорастания и всхожести, проводят в определенные для культуры сроки. При этом день закладки семян на проращивание и день подсчета энергии прорастания или всхожести считают за одни сутки. Если все семена проросли (полностью или с учетом загнивших) раньше установленного срока, то окончательный срок учета всхожести может быть сокращен, а при недостаточном развитии проростков - продлен до 3 суток.

Для большинства полевых культур процент всхожести определяется только нормально проросшими семенами. Обычно проросшие семена – это те, у которых саженцы имеют здоровые и неповрежденные корни и побеги; у культур, семена которых прорастают с одним корнем (хлеб 2-й группы, бобовые и т. д.), семена с развитым основным корнем зародыша, превышающим длину семени, и сформированный росток относятся к числу нормально прорастающих.

Процент зародышей семян рассчитывается как среднее арифметическое четырех тестов с учетом стандартов. Если отклонение превышает допустимое, определение повторяют на новых образцах.

Для определения массы тысячи семян использовался ГОСТ 12042-80.

Наблюдения по фенологии осуществлялись согласно методике развития сои (Fehr & Caviness, 1979). Отмечаются следующие фазы: посев, всходы (VE), появление тройничного листа (V1), ветвление (V6), цветение (R2), бобообразование (R4), налив бобов (R6), созревание (R8).

Для выделения патогенов с растений был использован ускоренный метод выделения в чистую культуру (Соколова и др., 2014).

Молекулярная идентификация выделенных фитопатогенных грибов проведена на базе ТОО «Национальный центр биотехнологии» в городе Астана. Для уточнения таксономической принадлежности изолятов использованы маркерные участки ITS-региона и гена TEF-1 α , обладающие высокой разрешающей способностью при межвидовой дифференциации.

ДНК выделяли из чистых культур грибов по стандартной СТАВ-методике с последующим определением концентрации на спектрофотометре NanoDrop 1000. Продукты амплификации очищали с применением магнитных частиц, покрытых диоксидом кремния, по модифицированной методике (Berdimuratova et al., 2020). После стадии связывания ДНК с магнитными частицами материал дважды промывали 70 % этанолом для удаления

контаминантов, затем элюировали в 1× TE-буфере при 60 °С в течение 10 минут.

Секвенирование проводили в обоих направлениях с использованием набора BigDye® Terminator v3.1 на анализаторе Applied Biosystems 3730xl DNA Analyzer. Полученные нуклеотидные последовательности редактировали и выравнивали в программе SeqMan (DNA Star), после чего сравнивали с референтными последовательностями из базы данных GenBank с использованием алгоритма BLASTn. Таксономическую принадлежность изолятов устанавливали на основании уровня нуклеотидного сходства и анализа филогенетических связей.

Учеты проводились с использованием методических указаний, Госкомиссии РК (Методика государственного сортоиспытания..., 2002; Бутовец, 2011).

В период созревания, перед уборкой делянок, проводится отбор структурного снопа с учетных площадок. В лабораторном анализе учитываются следующие элементы структуры урожая испытываемых сортов:

Высота растения, см – длина стебля от поверхности почвы до верхушки;

Высота прикрепления нижних бобов, см – длина стебля от поверхности почвы до прикрепления самых нижних бобов;

Количество продуктивных узлов, шт. – число узлов, несущих при созревании бобы;

Количество семян с растения, шт. – число семян с растения;

Масса семян с 1-го растения, г – взвешиваются семена с одного растения;

Масса 1000 семян с растения, г – отбор семян для взвешивания не проводится, нельзя выбирать только хорошие семена (ГОСТ 12042–80, 1980).

Учёт корневых гнилей сои проводился в два срока: в фазу всходов (VE) и перед уборкой урожая (R8). Оценка степени поражения проводилась визуально по корням и основанию стебля каждого растения с использованием шкалы интенсивности поражения по проценту поражённой площади органа: балл 0 - поражение отсутствует (0%), балл 1 - слабое поражение (до 25%), балл 2 - среднее поражение (25–50%), балл 3 - сильное поражение (50–75%), балл 4 - очень сильное поражение (75–100%) [(Попов, 2011).

Учет развития грибковых инфекций осуществлялся во время различных фенологических фаз: проростков, ветвления, цветения, налива и созревания бобов.

При учете болезней определяют 2 показателя: распространение или количество пораженных растений в посевах (насаждениях) и интенсивность или степень развития. Распространение болезней (Р) выражают в процентах и вычисляют по формуле:

$$P = \frac{n \times 100}{\text{-----}},$$

N

где: N - общее количество растений в пробах;

n - количество больных растений.

Средневзвешенный процент распространения (P_{cp}) болезни вычисляется по формуле:

$$P_{cp} = \frac{\sum SP}{S},$$

где: $\sum SP$ - сумма произведений площади полей на соответствующий процент распространения болезни; S - обследованная площадь, га.

Интенсивность развития болезней (R) или степень поражения растений - качественный показатель. Его определяют по площади пораженной поверхности органов растений, покрытых пятнами, пустулами или степени проявления симптомов заболевания в процентах или баллах по соответствующим шкалам и вычисляют по формуле.

$$R = \frac{100 \sum ab}{KN},$$

где: $\sum ab$ - сумма произведения количества больных растений на соответствующий им балл или процент поражения;

N - общее количество растений в пробах;

K - наивысший балл шкалы (Койшыбаев & Муминджанов, 2016).

Определение белковости семян сои проводили в соответствии с ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка». Содержание общего азота устанавливали после минерализации органического вещества с последующей отгонкой аммиака и титрованием; массовую долю белка рассчитывали с использованием коэффициента пересчёта для бобовых культур (ГОСТ 10846–91, 1991).

Определение масличности семян сои выполняли экстракционным методом по ГОСТ 10857-64 «Семена масличные. Методы определения масличности» с использованием аппарата Сокслета. Массовую долю сырого жира устанавливали по разности массы экстрагированного жира до и после экстракции с последующим пересчётом показателя на сухое вещество (ГОСТ 10857–64, 1964).

Экономическую эффективность применения средств защиты растений оценивали на основе общепринятого подхода, согласно которому эффективность определяется соотношением экономического результата и затрат, необходимых для его получения. Методологической основой послужили положения, изложенные Н. К. Борисюком и соавт.,

рассматривающие экономическую эффективность как характеристику рациональности использования ресурсов и экономической целесообразности производственных приёмов.

В качестве экономического результата использовали стоимость прибавки урожая относительно контрольного варианта. Контрольный вариант в экономических расчётах отдельно не приводился, поскольку он использовался в качестве базового уровня для определения прибавки урожая и соответствующего экономического эффекта. Прибавку урожайности определяли как разницу между урожайностью опытных вариантов и контроля с последующим переводом в стоимостное выражение по действующим ценам реализации продукции.

В экономических расчётах учитывали только затраты, обусловленные применением средств защиты растений, поскольку именно они являлись единственным элементом затрат, различающим варианты опыта.

Чистую прибыль определяли как разницу между выручкой от прибавки урожая и дополнительными затратами, связанными с применением препаратов. Рентабельность рассчитывали, как отношение чистой прибыли к дополнительным затратам, выраженное в процентах (Борисюк и др., 2017).

3.3 Агротехника в опытах

Полевые исследования выполнялись на базе хозяйства ТОО «Каменка и Д», расположенного в Сандыктауском районе Акмолинской области. Для проведения посевных работ в различные годы исследований использовались колесные тракторы тягового класса 1,4–2,0, в том числе John Deere серии 6М, а также трактор Беларус-82.1, обеспечивающие устойчивость хода и необходимую точность выполнения полевых операций при работе на опытных делянках.

Посев осуществлялся с использованием зерновых сеялок одного типа - рядковых сеялок с механическим приводом высевających аппаратов. В первый год исследований применялась сеялка СЗС-2,1, в последующие годы - сеялка СКП-2,1 (вариаторная). Используемые сеялки относятся к одному конструктивному типу и обеспечивают сопоставимые условия посева, включая равномерное распределение семян по площади и заданную глубину их заделки. Применение указанной техники позволило поддерживать стабильность нормы посева и однородность условий формирования всходов, что имеет важное значение при закладке и проведении полевых опытов.

Фоновые мероприятия по уходу за посевами (за исключением контрольного варианта) включали гербицидную обработку препаратом Граминион, к.э., с нормой расхода 0,6 л/га против однолетних злаковых сорняков, обработку препаратом Бенагро, в.р., с нормой расхода 1,5 л/га против однолетних двудольных сорняков, а также фунгицидную обработку препаратом Спартак, к.с., с нормой расхода 0,8 л/га против комплекса болезней. Обработки проводились в соответствии с регламентами применения

препаратов с соблюдением рекомендуемых фаз развития культуры и сорной растительности. Рабочие растворы готовились непосредственно перед применением с обеспечением равномерного распределения по поверхности посевов. Применение средств защиты растений осуществлялось с учетом погодных условий, обеспечивающих эффективность обработки и минимизацию отклонений между вариантами опыта.



а)



б)



в)



г)

а - разбивка опытного участка по вариантам; б - подготовка семенного материала к посеву; в - измерение температуры почвы перед посевом; г - регулировка посевного агрегата

Рисунок 6 – Полевые работы и посев

Перед посевом проводилось измерение температуры почвы с использованием почвенного термометра ТП-4 (рисунок 6), что позволяло учитывать степень прогрева почвы на глубине заделки семян и обеспечивать проведение посева в оптимальные агротехнические сроки. Контроль температурных показателей осуществлялся непосредственно перед началом посевных работ.

Размер делянки составлял $2,1 \times 50$ м (105 м^2), повторность опыта — трёхкратная. Размещение делянок выполнялось с учетом обеспечения

однородности условий на всем опытном участке. Общая площадь опытного поля составляла 7560 м², учетная площадь делянки — 80 м².

Сроки посева: 1-й срок (10–20 мая) – 15 мая; 2-й срок (20–30 мая) – 27 мая. Выбор сроков посева осуществлялся с учетом погодных условий весеннего периода и динамики прогрева почвы. Норма высева семян составляла 0,6 млн всхожих семян на 1 гектар. Ширина междурядий — 45 см, глубина заделки семян — 5–6 см. Указанные параметры посева обеспечивали равномерное размещение растений и создание оптимальных условий для их роста и развития в начальные фазы вегетации.

Предшественником культуры являлась пшеница мягкая. Схема опыта представлена в таблице 2.

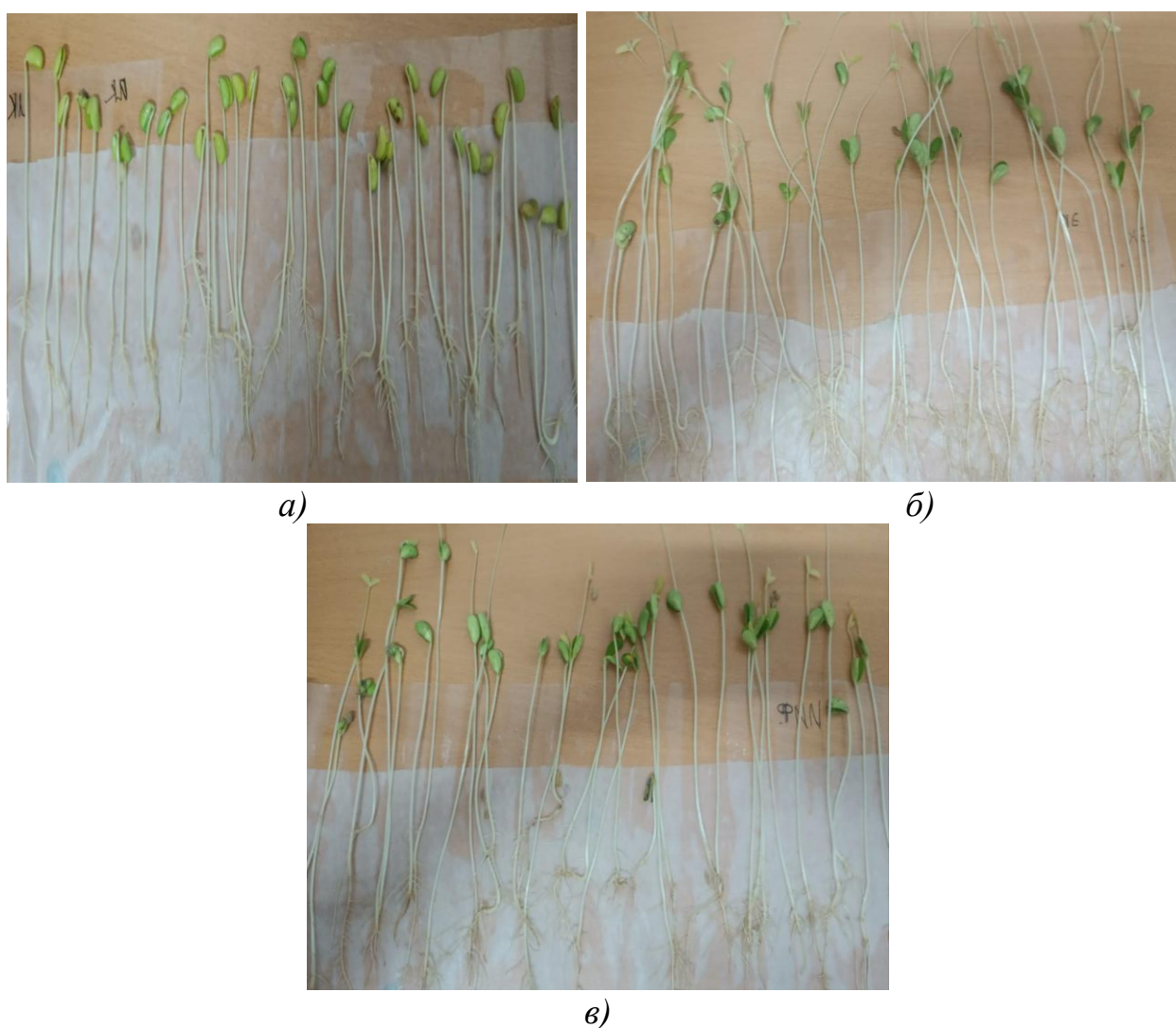
Таблица 2 – Схема опыта

Срок посева	Сорта	Варианты обработки	Повторности		
			I	II	III
10–20 мая	Ивушка	*Контроль	1	25	49
		*ТМТД	2	26	50
		*ТМТД+Х	3	27	51
		*ТМТД+Х+Н	4	28	52
	Эльдорадо	Контроль	5	29	53
		ТМТД	6	30	54
		ТМТД+Х	7	31	55
		ТМТД+Х+Н	8	32	56
	Бірлік КВ	Контроль	9	33	57
		ТМТД	10	34	58
		ТМТД+Х	11	35	59
		ТМТД+Х+Н	12	36	60
20–30 мая	Ивушка	Контроль	13	37	61
		ТМТД	14	38	62
		ТМТД+Х	15	39	63
		ТМТД+Х+Н	16	40	64
	Эльдорадо	Контроль	17	41	65
		ТМТД	18	42	66
		ТМТД+Х	19	43	67
		ТМТД+Х+Н	20	44	68
	Бірлік КВ	Контроль	21	45	69
		ТМТД	22	46	70
		ТМТД+Х	23	47	71
		ТМТД+Х+Н	24	48	72
Примечание: *Контроль – без обработки; *ТМТД – обработано препаратом ТМТД, в.с.к.; *ТМТД + Х – обработано препаратами ТМТД, в.с.к. и Хайстик Соя; *ТМТД + Х + Н – обработано препаратами ТМТД, в.с.к., Хайстик Соя и Новосил 10%.					

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Посевные качества и фитопатологический анализ семян сортов сои

Качество исходного семенного материала является важным элементом подготовки полевого опыта, поскольку именно оно во многом определяет равномерность появления всходов и стабильность последующей густоты стояния растений. Перед закладкой опытов была проведена лабораторная оценка семян трёх сортов сои, включавшая определение их лабораторной всхожести и физической чистоты. Определение лабораторной всхожести представлено на рисунке 7.



а - сорт Ивушка; *б* - сорт Эльдорадо; *в* - сорт Бірлік KB

Рисунок 7 – Определение лабораторной всхожести семян сортов сои рулонным методом

Полученные значения всхожести и чистоты использовали для расчёта посевной годности, позволяющей оценить реальную пригодность семян к высеву и необходимость корректировки нормы посева. Итоговые данные представлены в таблице 3, где отражены межгодовые различия качества семенного материала и его сортовая специфика.

Таблица 3 – Определение посевной годности семян сои

Сорт	Год	Лабораторная всхожесть (*M ± m), %	Физическая чистота, %	Посевная годность, %
Ивушка	2021	85,0 ± 3,5	99,0	84,1
Ивушка	2022	91,2 ± 2,8	99,0	90,3
Ивушка	2023	90,5 ± 2,9	99,0	89,6
Эльдорадо	2021	88,5 ± 3,1	99,0	87,6
Эльдорадо	2022	93,2 ± 2,5	99,0	92,2
Эльдорадо	2023	88,0 ± 3,2	99,0	87,1
Бірлік KB	2021	91,5 ± 2,7	99,0	90,6
Бірлік KB	2022	89,0 ± 3,1	99,0	88,1
Бірлік KB	2023	91,5 ± 2,7	99,0	90,6
Примечание: *M ± m - среднее арифметическое ± ошибка среднего (доверительная вероятность P = 0,95)				

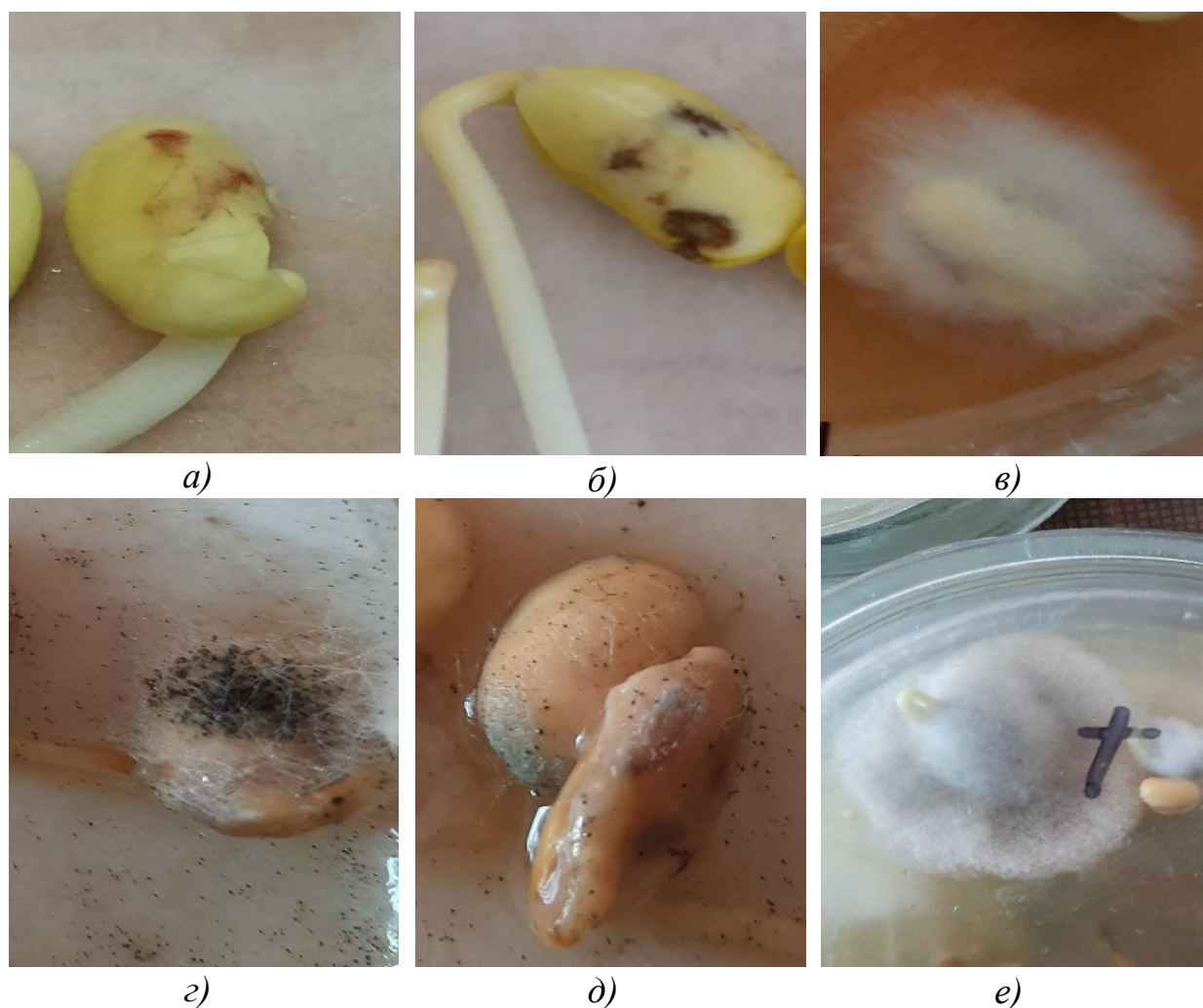
Поскольку посевная годность напрямую влияет на формирование оптимальной плотности растений, на её основе выполняли расчёт фактической нормы посева для каждого сорта. При определении нормы учитывали массу 1000 семян и коэффициент посева, что позволило определить требуемое количество семян на гектар для получения нормативной густоты посевов. Полученные значения сведены в таблицу 4 и демонстрируют необходимость увеличения нормы посева при снижении посевной годности семян.

Таблица 4 – Определение нормы посева семян сои

Сорт	Год	Посевная годность, %	Коэффициент посева млн семян/га	Масса 1000 семян, г	Норма посева, кг/га
Ивушка	2021	84,1	0,6	142,6	101,7
Ивушка	2022	90,3	0,6	145,4	96,6
Ивушка	2023	89,5	0,6	146,4	98,0
Эльдорадо	2021	87,6	0,6	127,0	87,0
Эльдорадо	2022	92,2	0,6	131,0	85,2
Эльдорадо	2023	87,0	0,6	134,0	92,3
Бірлік KB	2021	90,5	0,6	140,0	92,7
Бірлік KB	2022	88,2	0,6	146,3	99,6
Бірлік KB	2023	90,5	0,6	147,1	97,4

Одновременно с определением лабораторной всхожести проводили оценку фитопатологического состояния семенного материала сортов сои.

Данный этап являлся обязательной частью подготовки опыта, поскольку наличие скрытой или поверхностной заражённости способно снижать энергию прорастания, увеличивать гибель проростков и формировать первичные очаги инфекции в посеве. В процессе проращивания семян фиксировали внешние проявления поражённости - побурение тканей, водянистые и некротические участки, замедление роста корешков, а также развитие на поверхности рулонов характерных колоний микромицетов. На рисунке 8 приведены примеры проявления основных групп грибов.



а - фузариозное поражение семян (*Fusarium spp.*); *б* - глубокий фузариозный некроз семядолей (*Fusarium spp.*); *в* - развитие мицелия *Mucor spp.*; *г* - спороношение *Aspergillus spp.*; *д* - рост колонии *Penicillium spp.*; *е* - альтернариоз, выделенная культура *Alternaria spp.* на питательной среде

Рисунок 8 – Проявление микромицетов на семенах сои при проведении фитоанализа

В случаях, когда симптоматика была выражена неясно либо наблюдалось смешанное заражение, отдельные поражённые семена

дополнительно пересевали на питательные среды (PDA, Чапека и др.) для получения чистых культур и уточнения рода предполагаемого возбудителя. Такой подход обеспечивал более точную диагностику скрытой заражённости и позволял дифференцировать фитопатогенные виды от представителей сапротрофного комплекса. Полученные сведения использовали для комплексной оценки санитарного состояния партий семян и для сопоставления фитопатологического фона с показателями их лабораторной всхожести.

Таблица 5 – Фитопатологический анализ посевного материала

Сорт	Год	<i>Fusarium</i> <i>spp.</i> , %	<i>Alternaria</i> <i>spp.</i> , %	Сапротрофные грибы, %	Всего поражённых семян, %
Ивушка	2021	2,1	1,3	3,5	6,9
Ивушка	2022	1,4	0,9	2,7	5,0
Ивушка	2023	1,7	1,1	3,1	5,9
Эльдорадо	2021	2,6	1,8	4,0	8,4
Эльдорадо	2022	1,9	1,2	3,3	6,4
Эльдорадо	2023	2,2	1,5	4,1	7,8
Бірлік KB	2021	1,5	1,0	2,9	5,4
Бірлік KB	2022	1,8	1,1	3,0	5,9
Бірлік KB	2023	1,6	1,0	3,4	6,0

Результаты учёта встречаемости инфекций сведены в таблицу 5. Приведённые показатели отражают долю семян, на которых фиксировались визуальные или микологические признаки поражения грибами родов *Fusarium*, *Alternaria* и представителями сапротрофного комплекса, что позволило комплексно оценить исходное состояние семенного материала перед закладкой полевых опытов.

4.2 Полевая всхожесть и выживаемость растений

Полевая всхожесть является одним из основных показателей, определяющих формирование продуктивного стеблестоя и урожайность сои. Высокая всхожесть обеспечивает равномерное размещение растений на площади, оптимальный рост и развитие, а также полное использование площади питания. На значение полевой всхожести влияют как генетические особенности сорта, так и погодные условия в период посева и появления всходов, качество семян, агротехника и степень поражения фитопатогенами.

В годы исследований на полевую всхожесть сои существенное влияние оказывали как погодные условия, так и применяемые варианты обработки семян. В 2021 году, несмотря на жаркую и сухую весну, отмечено формирование дружных всходов, но их густота в вариантах с ранним посевом была несколько ниже вследствие повреждения растений заморозками. В 2022 и 2023 годах, при более благоприятных условиях увлажнения и

температурного режима, наблюдалось повышение полевой всхожести по всем вариантам.

Таблица 6 – Полевая всхожесть семян сортов сои

Сорт	Вариант	Полевая всхожесть						Среднее за 3 года	
		2021 г		2022 г		2023 г			
		%	шт	%	шт	%	шт	%	шт
С 10–20 мая									
Ивушка	Контроль	53,0	31,8	70,5	42,3	73,8	44,3	65,8	39,5
	ТМТД	55,3	33,2	77,6	46,6	78,3	47,0	70,5	42,3
	ТМТД+Х	57,5	34,5	79,7	47,8	80,0	48,0	72,3	43,4
	ТМТД+Х+Н	60,3	36,2	82,0	49,2	82,0	49,2	74,8	44,9
HCP ₀₅									1,42
Эльдорадо	Контроль	52,3	31,4	66,7	40,0	73,0	43,8	62,2	37,3
	ТМТД	54,2	32,5	70,0	42,0	78,0	46,8	67,5	40,5
	ТМТД+Х	57,0	34,2	72,0	43,2	79,2	47,5	69,5	41,7
	ТМТД+Х+Н	58,7	35,2	75,0	45,0	81,2	48,7	71,7	43,0
HCP ₀₅									0,87
Бірлік KB	Контроль	48,5	29,1	62,5	37,5	68,8	41,3	60,0	36,0
	ТМТД	52,7	31,6	67,3	40,4	75,3	45,2	65,2	39,1
	ТМТД+Х	55,5	33,3	69,2	41,5	76,7	46,0	67,2	40,3
	ТМТД+Х+Н	57,5	34,5	71,3	42,8	79,2	47,5	69,5	41,7
HCP ₀₅									0,63
С 20–30 мая									
Ивушка	Контроль	50,5	30,3	67,2	40,3	68,5	41,1	62,2	37,3
	ТМТД	55,0	33,0	71,3	42,8	72,2	43,3	66,2	39,7
	ТМТД+Х	56,3	33,8	75,0	45,0	75,5	45,3	68,8	41,3
	ТМТД+Х+Н	57,8	34,7	75,8	45,5	78,0	46,8	70,5	42,3
HCP ₀₅									0,91
Эльдорадо	Контроль	50,3	30,2	61,0	36,6	66,7	40,0	59,3	35,6
	ТМТД	54,2	32,5	69,0	41,4	71,3	42,8	64,8	38,9
	ТМТД+Х	56,7	34,0	71,0	42,6	72,5	43,5	66,7	40,0
	ТМТД+Х+Н	58,7	35,2	74,2	44,5	76,3	45,8	69,7	41,8
HCP ₀₅									1,45
Бірлік KB	Контроль	46,2	27,7	60,0	36,0	61,7	37,0	55,8	33,5
	ТМТД	49,7	29,8	64,3	38,6	69,2	41,5	61,0	36,6
	ТМТД+Х	51,3	30,8	66,3	39,8	70,3	42,2	62,7	37,6
	ТМТД+Х+Н	54,2	32,5	70,8	42,5	72,5	43,5	65,8	39,5
HCP ₀₅									1,31

В среднем за три года наиболее высокая полевая всхожесть отмечена при обработке семян комплексом препаратов ТМТД, в.с.к., Хайстик Соя и Новосил 10%. Так, у сорта Ивушка в ранние сроки посева она составила 74,8 % (44,9 шт/м²), у Эльдорадо – 71,7 % (43,0 шт/м²), у Бірлік KB – 69,5 % (41,7 шт/м²). Наименьшие показатели зафиксированы в контроле без обработки семян. При более поздних сроках посева полевая всхожесть незначительно снижалась, что объясняется повышением температуры и пересыханием верхнего слоя почвы (таблица 6).

Выживаемость растений отражает суммарное действие метеорологических условий, агротехнических приёмов и фитосанитарного состояния посевов. В условиях лесостепи Северного Казахстана данный показатель особенно чувствителен к стрессам в период цветения и формирования бобов.

Таблица 7 – Выживаемость растений сои перед уборкой

Сорт	Вариант	Выживаемость растений						Среднее за 3 года	
		2021 г		2022 г		2023 г			
		%	шт	%	шт	%	шт	%	шт
С 10–20 мая									
Ивушка	Контроль	49,2	29,5	67,2	40,3	70,5	42,3	62,3	37,4
	ТМТД	51,2	30,7	73,8	44,3	75,0	45,0	66,7	40,0
	ТМТД+Х	53,3	32,0	75,8	45,5	76,2	45,7	68,0	40,8
	ТМТД+Х+Н	55,8	33,5	77,8	46,7	78,1	46,9	70,0	42,0
НСР ₀₅									1,38
Эльдорадо	Контроль	48,2	28,9	62,8	37,7	69,2	41,5	60,0	36,0
	ТМТД	50,0	30,0	66,2	39,7	74,2	44,5	63,5	38,1
	ТМТД+Х	52,6	31,5	67,8	40,7	75,0	45,0	65,0	39,0
	ТМТД+Х+Н	54,2	32,5	70,8	42,5	77,8	46,7	67,7	40,6
НСР ₀₅									0,88
Бірлік КВ	Контроль	45,3	27,1	59,2	35,5	65,0	39,0	56,5	33,9
	ТМТД	48,8	29,3	63,5	38,1	71,2	42,7	61,2	36,7
	ТМТД+Х	51,7	31,0	65,0	39,0	72,5	43,5	63,0	37,8
	ТМТД+Х+Н	53,3	32,0	67,2	40,3	75,0	45,0	65,2	39,1
НСР ₀₅									0,74
С 20–30 мая									
Ивушка	Контроль	46,7	28,0	63,8	38,3	65,2	39,1	58,5	35,1
	ТМТД	50,8	30,5	72,5	40,5	68,8	41,3	62,3	37,4
	ТМТД+Х	52,1	31,3	76,2	42,7	71,7	43,0	65,3	39,2
	ТМТД+Х+Н	53,3	32,0	78,3	43,0	74,2	44,5	66,3	39,8
НСР ₀₅									0,89
Эльдорадо	Контроль	46,3	27,7	57,2	34,3	62,8	37,7	55,3	33,2
	ТМТД	50,0	30,0	65,1	39,1	67,5	40,5	60,8	36,5
	ТМТД+Х	52,3	31,3	66,8	40,1	68,3	41,0	62,5	37,5
	ТМТД+Х+Н	54,2	32,5	70,0	42,0	72,2	43,3	65,5	39,3
НСР ₀₅									1,45
Бірлік КВ	Контроль	42,8	25,7	56,7	34,0	57,8	34,7	52,5	31,5
	ТМТД	45,8	27,5	60,5	36,3	65,0	39,0	57,2	34,3
	ТМТД+Х	47,5	28,5	62,2	37,3	66,2	39,7	58,7	35,2
	ТМТД+Х+Н	50,0	30,0	66,7	40,0	68,3	41,0	61,6	37,0
НСР ₀₅									1,36

В среднем за три года наибольшая выживаемость растений перед уборкой также наблюдалась при обработке семян комплексом ТМТД, в.с.к., Хайстик Соя и Новосил 10%. У сорта Ивушка в ранние сроки посева этот показатель составил 70,0 % (42,0 шт/м²), у Эльдорадо – 67,7 % (40,6 шт/м²), у Бірлік КВ – 65,2 % (39,1 шт/м²). Наименьшая выживаемость отмечена в

контроле (в среднем 56–60 %). Варианты с применением ТМТД, в.с.к. показывали промежуточные значения. При посеве во второй декаде мая выживаемость была несколько ниже, что связано с повышенным температурным стрессом в период всходов и активным развитием листостебельных болезней во второй половине вегетации (таблица 7).

Таким образом, результаты трёхлетних наблюдений показывают, что обработка семян сои оказывает заметное влияние на густоту стояния растений и их выживаемость к уборке. Наиболее стабильные показатели отмечались при использовании комбинированного варианта обработки (ТМТД, в.с.к., Хайстик Соя и Новосил 10%), что обеспечивало формирование более равномерных и жизнеспособных всходов по сравнению с контролем и однофакторными вариантами. Незначительное снижение всхожести и выживаемости при более поздних сроках сева связано, вероятно, с повышением температурного фона и иссушением верхнего слоя почвы. К уборке густота стояния растений снизилась незначительно за счёт недостаточно сформировавшихся растений. Максимальное количество растений к уборке сохранилось при посеве 10–20 мая у сорта Ивушка, при этом выживаемость растений составила 70,0%, а наивысший результат получен на вариантах с предпосевной обработкой семян ТМТД + Хайстик Соя + Новосил.

Таким образом, высокие показатели полевой всхожести и выживаемости растений к уборке были получены при раннем сроке посева и совместной обработке семян препаратами ТМТД, в.с.к., Хайстик Соя и Новосил 10%. В среднем по опыту максимальные показатели полевой всхожести и выживаемости растений получены у сорта Ивушка.

4.3 Продолжительность межфазных периодов сортов сои

В годы исследований сроки наступления фенологических фаз сортов сои определялись сочетанием погодных условий, сроков посева, сортовых особенностей и применяемых обработок. Существенное влияние отмечено как на ранние вегетативные стадии развития, так и на последующие репродуктивные фазы. Температурный режим и влагообеспеченность в период вегетации играли ключевую роль в продолжительности межфазных периодов.

Особенно значимые различия выявлены между сроками посева, тогда как влияние отдельных обработок проявлялось в основном на ранних фазах роста. Варьирование продолжительности фаз в зависимости от срока посева достигало 5-7 дней. Применение агротехнических приёмов способствовало оптимизации темпов развития растений в начальный период вегетации. Основные фазы роста и развития сои на опытах показаны на рисунке 9.

При посеве в период 10-20 мая растения всех сортов характеризовались более ранним началом фаз VE, VC и V1 по сравнению с посевом 20–30 мая. Это связано с тем, что условия второй декады мая обеспечивали более

благоприятный температурно-влажностный режим для прорастания семян и начального роста.



а - всходы (VE); *б* - фаза первых 2 настоящих листьев (VC); *в* - фаза первого трилистника (V1); *г* - цветение (R1); *д* - формирование бобов (R4); *е* - полное созревание (R8)

Рисунок 9 – Фазы развития сои

Применение различных вариантов обработки в большинстве случаев не изменяло существенно календарные сроки наступления фенологических фаз, что согласуется с тем, что протравители и инокулянты в основном обеспечивают фитозащиту и азотфиксацию, но не оказывают направленного

гормонального воздействия. Однако наиболее выраженное влияние на темпы раннего роста растений наблюдалось в варианте ТМТД+Х+Н, включающем применение стимулятора роста Новосил. Действующее вещество препарата – тритерпеновые кислоты, относящиеся к группе brassinosteroidов, – обладает способностью регулировать физиолого-биохимические процессы проростков. Под воздействием brassinosteroidов активируются антиоксидантные ферментные системы, улучшается устойчивость клеток к окислительному стрессу, возрастает интенсивность энергетического обмена, а также усиливается синтез нуклеиновых кислот и белков, отвечающих за начальные этапы роста. Эти изменения способствуют повышению энергии прорастания и ускоренному выходу семян из состояния покоя. Проростки формируют более мощную и разветвлённую корневую систему, что улучшает их водообеспечение и доступность питательных элементов. В результате растения в данном варианте быстрее проходили ранние вегетативные стадии и раньше переходили к фазам VC, V1 и V3 по сравнению с контролем и другими вариантами обработки. Ускоренное начальное развитие отражалось и на последующей динамике роста, приводя к небольшому, но стабильному сокращению общей продолжительности вегетационного периода у всех исследуемых сортов.

Для наглядного представления последовательности фаз развития, на рисунке 9 использованы изображения, отражающие внешний вид растений сои на ключевых стадиях. Эти материалы позволяют сопоставить визуальные признаки каждой фазы с календарными сроками её наступления и дают представление о темпах роста растений при различных условиях.

Переход к последующим фазам цветения, формирования бобов и созревания в значительной степени определялся сроком посева и длительностью ранних вегетативных стадий. Как видно из таблицы 8, при позднем сроке посева (20–30 мая) отмечалось смещение календарных дат наступления фаз R1, R3, R5 и R8 на 7–12 дней по сравнению с более ранним сроком. Однако, несмотря на более поздние календарные сроки, сами генеративные фазы проходили быстрее, и их продолжительность сокращалась в среднем на несколько суток. Это обусловлено тем, что растения при позднем посеве развивались в условиях более высоких температур июня–июля, что ускоряло темп физиологических процессов и сокращало время, необходимое для формирования цветков, бобов и завершения созревания. В результате растения дольше находились в фазах начального развития, но компенсировали это ускоренным прохождением репродуктивных стадий. Исключением являлся вариант с применением стимулятора роста Новосил, где ускоренное развитие ранних вегетативных фаз приводило к более выровненной продолжительности последующих стадий и стабилизации общей длительности вегетационного периода. Таким образом, срок посева оказывал существенное влияние не только на календарные даты прохождения фенологических фаз, но и на их относительную продолжительность.

Таблица 8 – Сроки наступления основных фенологических фаз сортов сои при разных сроках посева и вариантах обработки (среднее за 3 года)

Сорт	Срок посева	Варианты	Фазы развития						
			VE	VC	V1	V5	R1	R5	R8
Ивушка	10–20 мая	Контроль	28.05	04.06	15.06	05.07	17.07	13.08	29.08
		ТМТД	28.05	04.06	15.06	05.07	17.07	13.08	29.08
		ТМТД+Х	28.05	04.06	15.06	05.07	17.07	13.08	29.08
		ТМТД+Х+Н	26.05	02.06	12.06	03.07	15.07	11.08	27.08
	20–30 мая	Контроль	09.06	16.06	24.06	11.07	23.07	18.08	02.09
		ТМТД	09.06	16.06	24.06	11.07	23.07	18.08	02.09
		ТМТД+Х	09.06	16.06	24.06	11.07	23.07	18.08	02.09
		ТМТД+Х+Н	07.06	14.06	22.06	09.07	21.07	16.08	31.08
Эльдорадо	10–20 мая	Контроль	24.05	31.05	09.06	27.06	08.07	05.08	20.08
		ТМТД	24.05	31.05	09.06	27.06	08.07	05.08	20.08
		ТМТД+Х	24.05	31.05	09.06	27.06	08.07	05.08	20.08
		ТМТД+Х+Н	22.05	29.05	08.06	25.06	06.07	03.08	19.08
	20–30 мая	Контроль	06.06	13.06	20.06	05.07	15.07	11.08	26.08
		ТМТД	06.06	13.06	20.06	05.07	15.07	11.08	26.08
		ТМТД+Х	06.06	13.06	20.06	05.07	15.07	11.08	26.08
		ТМТД+Х+Н	04.06	11.06	19.06	03.07	14.07	09.08	24.08
Бірлік KB	10–20 мая	Контроль	31.05	07.06	19.06	16.07	30.07	28.08	08.09
		ТМТД	31.05	07.06	19.06	16.07	30.07	28.08	08.09
		ТМТД+Х	31.05	07.06	19.06	16.07	30.07	28.08	08.09
		ТМТД+Х+Н	29.05	06.06	18.06	14.07	28.07	26.08	06.09
	20–30 мая	Контроль	10.06	17.06	28.06	22.07	03.08	05.09	15.09
		ТМТД	10.06	17.06	28.06	22.07	03.08	05.09	15.09
		ТМТД+Х	10.06	17.06	28.06	22.07	03.08	05.09	15.09
		ТМТД+Х+Н	09.06	15.06	26.06	20.07	01.08	02.09	13.09

Сведения о календарных сроках наступления фенологических фаз представлены в таблице 8. Эти данные позволяют проследить различия в длительности отдельных фаз развития сои в зависимости от сроков посева и вариантов обработки, а также оценить особенности реакции сортов на изменение условий вегетации.

В целом проведённые наблюдения показывают, что различия в сроках посева существенно отражались на темпах развития растений. При более позднем сроке ранние вегетационные фазы формировались уже в более тёплый период, когда температурный фон был стабильно выше, чем в первой половине мая. В этих условиях растения проходили начальные стадии быстрее, что сокращало продолжительность отдельных межфазных периодов и приводило к более сжатому вегетационному периоду в целом. Особенно это проявлялось на начальных этапах роста, когда скорость появления всходов и формирования первых листьев во многом зависит от обеспеченности растений теплом. Вариант обработки с применением стимулятора роста также способствовал ускоренному развитию ранних стадий, что выражалось в более быстром переходе растений к последующим фазам по сравнению с необработанными вариантами.

Таблица 9 – Продолжительность межфазных периодов сортов сои при разных сроках посева и вариантах обработки (среднее за 3 года)

Сорт	Срок посева	Варианты	Фазы развития									Дней вегетации
			VE	VC	V1	V3	V5	R1	R3	R5	R8	
Ивушка	10–20 мая	Контроль	13	7	11	10	10	12	14	13	16	107,00
		ТМТД	13	7	11	10	10	12	14	13	16	107,00
		ТМТД+Х	13	7	11	10	10	12	14	13	16	107,00
		ТМТД+Х+Н	11	7	11	10	10	12	14	13	16	105,00
	20–30 мая	Контроль	15	7	8	8	9	11	14	12	15	105,50
		ТМТД	15	7	8	8	9	11	14	12	15	105,50
		ТМТД+Х	15	7	8	8	9	11	14	12	15	104,50
		ТМТД+Х+Н	14	6	8	8	9	11	14	12	15	99,50
Эльдорадо	10–20 мая	Контроль	9	7	9	8	9	11	12	16	15	98,50
		ТМТД	9	7	9	8	9	11	12	16	15	98,50
		ТМТД+Х	9	7	9	8	9	11	12	16	15	98,50
		ТМТД+Х+Н	7	7	10	8	9	11	12	17	15	97,00
	20–30 мая	Контроль	12	7	7	8	7	10	11	15	15	93,50
		ТМТД	12	7	7	8	7	10	11	15	15	93,50
		ТМТД+Х	12	7	7	8	7	10	11	15	15	93,50
		ТМТД+Х+Н	11	7	7	8	7	10	11	15	15	91,50
Бірлік KB	10–20 мая	Контроль	16	7	12	13	14	14	16	13	11	118,50
		ТМТД	16	7	12	13	14	14	16	13	11	118,50
		ТМТД+Х	16	7	12	13	14	14	16	13	11	118,50
		ТМТД+Х+Н	14	8	12	12	14	14	16	13	12	116,50
	20–30 мая	Контроль	17	7	11	11	13	12	18	14	10	115,50
		ТМТД	17	7	11	11	13	12	18	14	10	115,50
		ТМТД+Х	17	7	11	11	13	12	18	14	10	115,50
		ТМТД+Х+Н	15	7	11	11	13	12	19	14	11	113,50

4.4 Видовой состав и идентификация фитопатогенов корневой гнили сои

Для установления видового состава возбудителей корневых гнилей сои проводилось выделение и идентификация микроскопических грибов из поражённых корней растений, отобранных в разные годы исследований. В результате было получено значительное количество изолятов, принадлежащих преимущественно к родам *Fusarium* и *Alternaria*. Сравнение полученных данных по годам позволило выявить устойчиво доминирующие и второстепенные компоненты комплекса, что отражено в таблице 10. Наибольшее число изолятов приходилось на представителей рода *Fusarium*, среди которых *F. oxysporum* встречался наиболее часто и определялся во все годы наблюдений. *F. proliferatum* обнаруживался менее стабильно, однако при повышенной влажности, зафиксированной в 2023 году, его доля увеличивалась. *Pythium* spp. был зарегистрирован только в 2023 году, что, вероятно, связано с повышенной влажностью почвы в данный период. *Alternaria* spp. регулярно выделялся из поражённых корней, однако выступал преимущественно как сапротроф или вторичный колонизатор, развивающийся

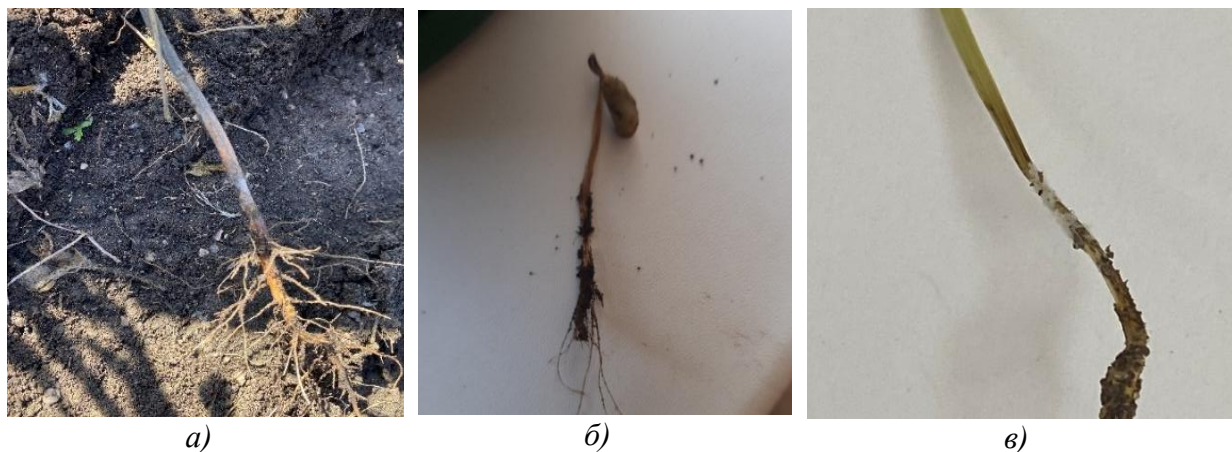
на ослабленных тканях после фузариозного поражения. Процент изолятов рассчитан от общего числа культур, выделенных из поражённых образцов в соответствующем году.

Таблица 10 – Видовой состав комплекса возбудителей корневых гнилей сои по годам

Год	Всего выделено изолятов, шт.	<i>Fusarium oxysporum</i> , %	<i>Fusarium proliferatum</i> , %	<i>Alternaria spp.</i> , %	<i>Pythium spp.</i> , %
2021	58	63,8	22,4	13,8	—
2022	61	59,0	25,4	15,6	—
2023	67	48,1	33,5	14,0	4,4

Fusarium spp являлся доминирующим возбудителем корневых инфекций сои на протяжении всего периода исследований. Болезнь проявлялась в виде побурения и отмирания корней, потемнения проводящих тканей и угнетения роста растений.

При выделении патогенов из поражённых образцов установлено, что заболевание вызывали два вида грибов – *Fusarium oxysporum* и *F. proliferatum*, которые формировали сходные симптомы на растениях. Морфологически различить их по внешним признакам заболевания в полевых условиях было невозможно, так как оба вызывали одинаковый тип поражения (коричневые некрозы на гипокотиле и корнях, увядание, пожелтение листьев).



а - признаки корневой гнили на сое в фазе ветвления, *б* - погибший проросток сои, *в* - образование характерного для *Fusarium spp.* белого мицелия в прикорневой зоне

Рисунок 10 – Признаки поражения фузариозной корневой гнилью

Поражение растений наблюдалось на всех этапах вегетации – от фазы всходов до начала созревания. На ранних стадиях болезнь проявлялась в виде побурения семядолей, гипокотиле и первичных корней (рисунок 10). Ткани становились водянистыми, ослизнями и теряли тургор, вследствие чего

часть проростков погибала ещё до появления на поверхности почвы. В отдельных случаях отмечалось развитие слабых и тонких побегов с неравномерно окрашенными семядолями, что указывало на заражение в семенном материале.

На последующих фазах роста растения с поражённой корневой системой имели угнетённый вид, отставали в росте, листья постепенно желтели и опадали. На основании стебля и в прикорневой зоне образовывались вытянутые бурые пятна, нередко переходившие в трещины. В местах поражения ткани коры разрушались, а сосудистый цилиндр приобретал бурый или тёмно-коричневый оттенок. При высокой влажности почвы и умеренной температуре отмечалось образование характерного белого или розоватого мицелия возбудителя на поверхности корней и гипокотыля. В отдельных случаях поражение распространялось вверх по стеблю, вызывая частичное увядание и преждевременное засыхание растений.

В условиях лабораторного культивирования оба вида образовывали хорошо развитые мицелиальные колонии с характерными культуральными особенностями. У *F. oxysporum* на картофельно-декстрозном агаре (PDA) наблюдался обильный хлопьевидный мицелий беловато-розового оттенка, равномерно покрывающий поверхность среды. По мере старения колонии пигментация усиливалась, приобретая фиолетово-лиловый тон в центральной части. У *F. proliferatum* колонии имели более плотную консистенцию и выраженное окрашивание питательной среды в кремово-розовый цвет, что характерно для данного вида.

Предварительно было идентифицировано два вида фузариума (рисунок 11).

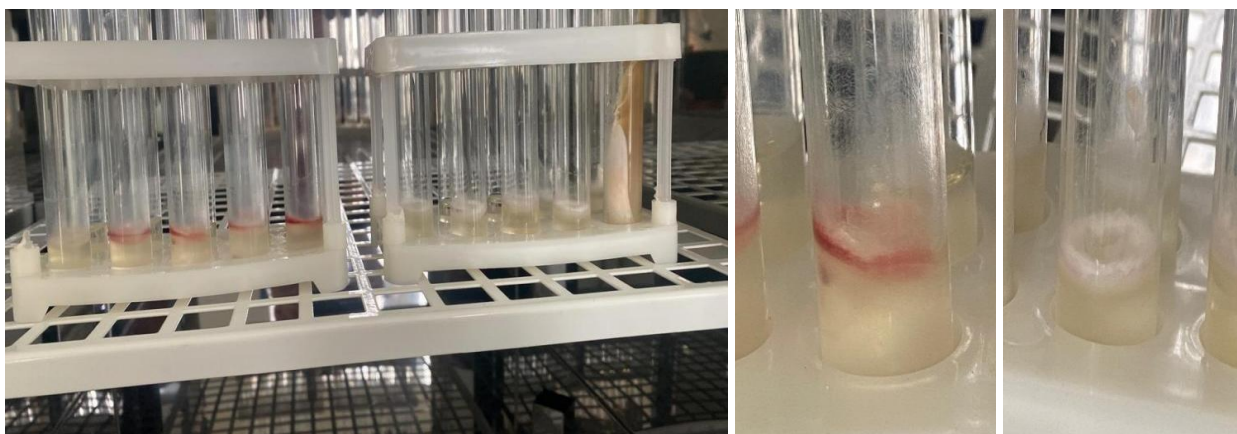
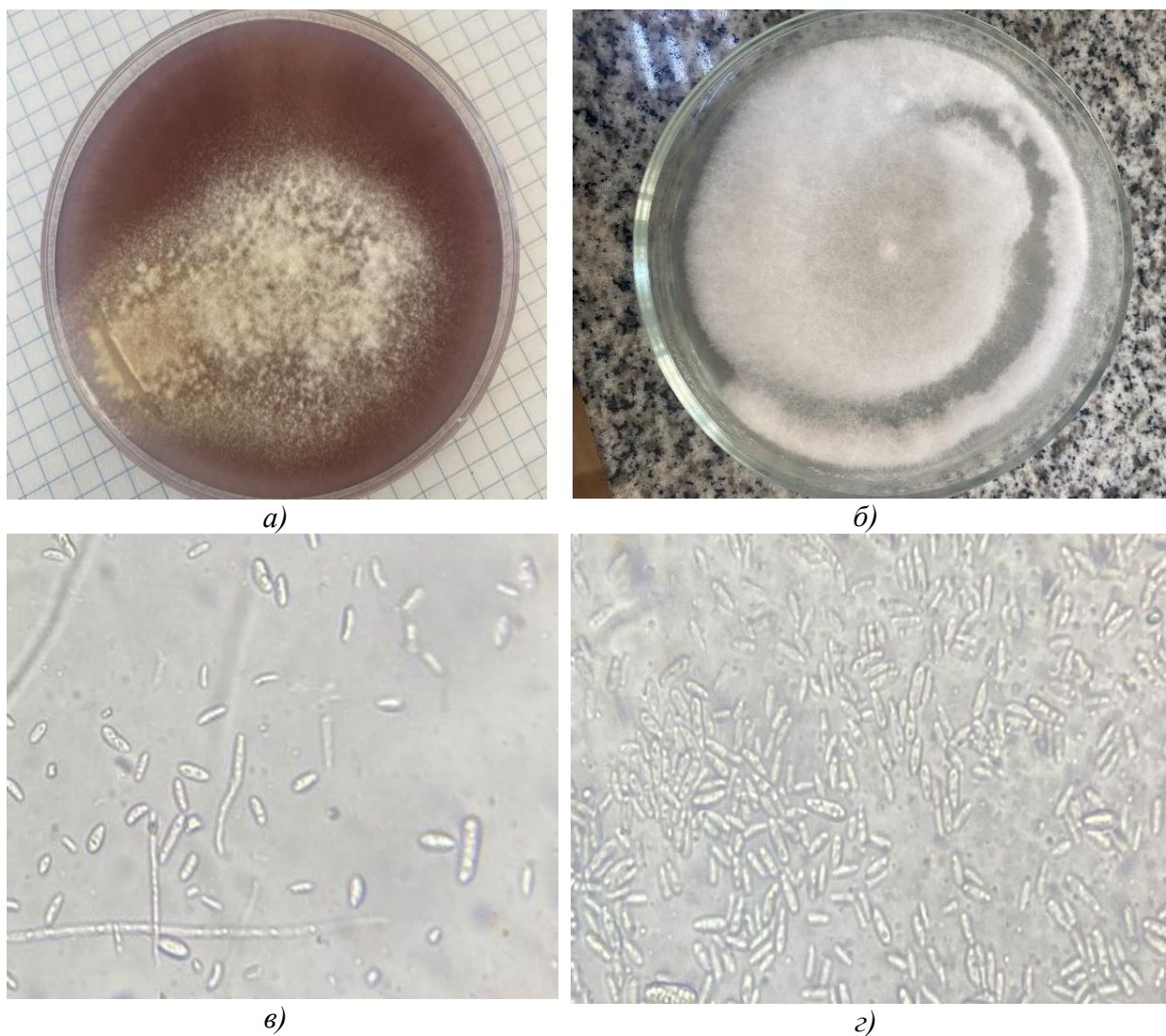


Рисунок 11 – Культивирование *Fusarium* в жидкой питательной среде

При микроскопическом исследовании выявлены многочисленные мелкие овальные микроконидии, бесцветные, одноклеточные, расположенные поодиночке или в виде коротких цепочек на конидиеносцах (рисунок 12).



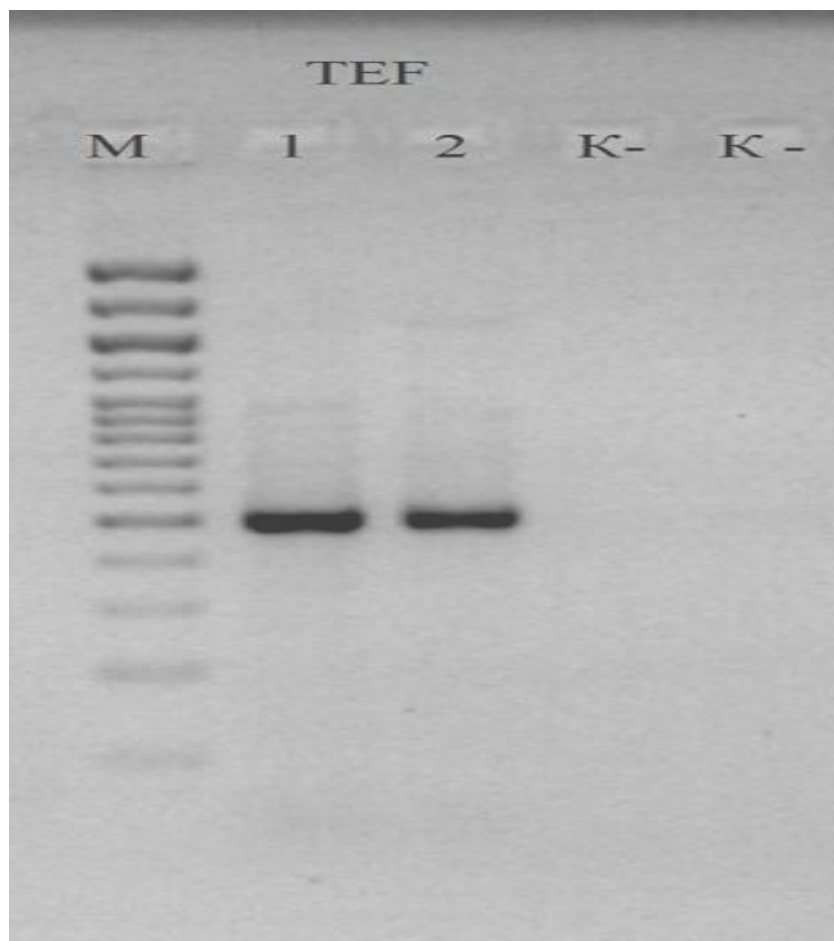
a - *F. oxysporum*, культура на картофельно-декстрозном агаре (PDA), 7 суток, 25 °C; *б* - *F. proliferatum*, культура на PDA, 7 суток, 25 °C; *в* - микроконидии *F. oxysporum* (×400); *г*) - микроконидии *F. proliferatum* (×400)

Рисунок 12 – Культуральные и микроморфологические признаки возбудителей фузариозной корневой гнили:

Для подтверждения видовой принадлежности выделенных изолятов *Fusarium* проведена молекулярная идентификация на базе Национального центра биотехнологии в городе Астана. В качестве маркера использован фрагмент гена TEF-1 α (элонгационный фактор 1-альфа), обладающий высокой разрешающей способностью при дифференциации близкородственных видов.

Анализ амплифицированных целевых фрагментов ДНК проводили методом разделения фрагментов ДНК в 1,5% агарозном геле, в присутствии интеркалирующего агента – бромистого этидия, который был использован с целью дальнейшей визуализации ДНК. В отрицательном контрольном образце ПЦР продуктов не наблюдается, что свидетельствует об отсутствии контаминации в проведенной реакции (рисунок 13).

Нуклеотидные последовательности были анализированы и объединены в общую последовательность в программном обеспечении SeqMan (DNA Star), после чего были удалены концевые фрагменты (нуклеотидные последовательности праймеров, фрагменты, имеющие низкий показатель качества). Полученные последовательности были идентифицированы в GenBank по алгоритму BLAST.



1 – исследуемый образец; М – маркер молекулярного веса (Биолабмикс) (100 – 3000 п.н., с шагом 100 п.н.), К- – отрицательный контрольный образец

Рисунок 13 – Электрофореграмма ПЦР-продуктов амплификации фрагмента гена TEF-1α:

Сравнение полученных нуклеотидных последовательностей с базой данных GenBank (BLAST) показало, что первый изолят имел 99,55 % сходства с *F. oxysporum* и *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, а второй — 99,56 % сходства с *F. proliferatum* и *F. fujikuroi*. Подробные результаты идентификации представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты идентификации методом анализа нуклеотидной последовательности гена TEF-1α

Наименование штамма	Последовательность фрагмента TEF-1α	Идентификация нуклеотидных последовательностей в международной базе данных (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/) алгоритм BLAST		
		Инвентарный номер GenBank (Accession number)	Наименование штамма	% совпадения
1 <i>Tef</i>	ATTTTATCAAGAACATGATCACTGGTA CTTCCCAGGCTGATTGCGCCATTCTCA TCATTGCCCGCGGTACTGGTGAGTTCG AGGCTGGTATCTCCAAGGATGGCCAG ACCCGTGAGCACGCTCTTCTTGCCTAC ACCCTTGGTGTCAGAACCTCATTGTG GCCATCAACAAGATGGACACCACCAA GTGGTCTGAGGCCCGTTACCAGGAGA TCATCAAGGAGACCTCCTCTTTCATCA AGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGGCT GTCGCTTTCGTCCCCATCTCCGGTTTC AACGGTGACAACATGCTTACCCCTCC ACCAACTGCCCCTGGTACAAGGGTTG GGAGCGTGAGATCAAGTCCGGCAAGC TCAGTGGCAAGACCCTCCTCGAGGCC ATTGACTCCATCGAGCCCCCAAGCGT CCCGTGACAAGCCCC	MN319461.1	Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum	99.55%
		KP009005.1	Fusarium oxysporum	99.55%
2 <i>Tef</i>	TGGTACTTCCCAGGCGATTGCGCCATT CTCATCATGCGCCGGTACTGGTGAG TTCGAGGCTGGAATCTCCAAGGATGG CCAGACCCGTGAGCACGCTCTTCTTGC CTACACCCCTGGTGTCAGAACCTCAT CGTCGCCATCAACAAGATGGACACCA CCAAGTGGTCTGAGGCCCGTTACCAG GAGATCATCAAGGAGACCTCCTCTTTC ATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAA GGCTGTCGCTTTCGTCCCCATCTCCGG TTTCAACGGTGACAACATGCTTACCCC CTCCACCAACTGCCCCTGGTACAAGGG TTGGGAGCGTGAGATCAAGTCCGGCA AGCTCTCCGGCAAGACCCTCCTCGAGG CCATTGACTCCATCGAGCCTCCCAAGC GTCCCGTTGACAAGCCCCTCCGTCTTC CCCTCCAGGATGTCTACAAGATCGGTG GTATCGGCACTGAAA	MN896945.1	Fusarium fujikuroi	99.56%
		LT841259.1	Fusarium proliferatum	99.56%

Однако сравнение последовательностей в BLAST оценивает только процент идентичности, но не учитывает эволюционные связи между штаммами, что затрудняет точную идентификацию. Для уточнения видовой принадлежности был проведен филогенетический анализ, позволяющий определить, к каким видам исследуемые штаммы наиболее близки эволюционно.

На основании анализа фрагмента гена TEF-1α построено филогенетическое дерево, демонстрирующее положение исследованных изолятов относительно референтных последовательностей из базы GenBank.



Рисунок 14 – Филогенетические деревья изолятов *F. oxysporum* (1) и *F. proliferatum* (2), построенные на основании анализа фрагмента гена TEF-1α

Как видно на рисунке 14, исследуемый образец 1 расположился на одной ветке с *Fusarium oxysporum* и *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, а образец 2 расположился на одной ветке с *Fusarium proliferatum*.

Таблица 12 – Суммарные результаты идентификации штаммов по фрагменту гена TEF-1α

№ п/п	Вид идентифицированного гриба	Примечание
1 TEF-1α	<i>Fusarium oxysporum</i>	Определено на основе филогенетического дерева, построенного алгоритмом Neighbor-Joining (N-J)
2 TEF-1α	<i>Fusarium proliferatum</i>	Определено на основе филогенетического дерева, построенного алгоритмом Neighbor-Joining (N-J)

В ходе молекулярно-генетического исследования была проведена идентификация двух штаммов грибов по гену TEF-1α, которая установила, что первый образец принадлежит к *Fusarium oxysporum*, что подтверждено как BLAST-анализом, так и его положением на филогенетическом дереве, а второй образец относится к *Fusarium proliferatum*, так как филогенетический анализ исключил его принадлежность к *Fusarium fujikuroi*.

Проведённая идентификация возбудителей позволила установить видовой состав патогенного комплекса, связанного с развитием фузариозной

корневой гнили, и перейти к анализу закономерностей её проявления в различных вариантах опыта.

4.5 Влияние предпосевной обработки семян на степень распространённости и развития корневой гнили

В условиях полевых исследований оценивалось влияние сорта и способов предпосевной обработки семян на развитие болезни в течение вегетации. Изменение показателей распространённости и интенсивности поражения по фазам роста растений позволило проследить динамику формирования фитопатологической нагрузки и выявить различия между вариантами.

В ходе трёхлетнего цикла наблюдений получены усреднённые данные, характеризующие уровень поражённости посевов при разных сочетаниях биологических и химических обработок семян. Результаты представлены в таблицах 13, 14.

По данным таблицы 13, развитие фузариозной корневой гнили носило нарастающий характер: от фазы всходов (VE) к фазе полной спелости (R8) поражённость растений значительно возрастала.

Максимальное развитие патогена отмечено в контрольных вариантах, где к концу вегетации интенсивность болезни (R) достигала 19,3–23,7%. Наиболее восприимчивым оказался сорт Эльдорадо (P=51,3%), в то время как сорт Бірлік КВ проявил относительную полевую устойчивость (показатели ниже контроля Эльдорадо на 9,3% по распространённости, что подтверждается НСР₀₅ фактор В = 2,10).

Применение фунгицидного протравителя ТМТД, в.с.к. обеспечило достоверное снижение инфекционной нагрузки в начале вегетации. Однако по мере развития растений отмечено резкое снижение биологической эффективности препаратов, что напрямую обусловлено окончанием регламентированного периода защитного действия протравителя: если в фазе VE биологическая эффективность составляла 74,4–75,9%, то к фазе R8 она снизилась до 47,3–53,4%. Следовательно, защитное действие препарата наиболее выражено на ранних этапах развития растений.

Таблица 13 – Распространённость (P) и развитие (R) фузариозной корневой гнили сои в зависимости от сорта и обработки семян при посеве 10–20 мая (средние данные за 2021–2023 гг.)

Вариант	Фаза развития сои					
	VE			R8		
	P, %	R, %	БЭ, %	P, %	R, %	БЭ, %
1	2	3	4	5	6	7
Сорт Ивушка						
Контроль	14,0	8,3	-	47,0	22,5	-
ТМТД	6,0	2,0	75,9	18,0	11,7	48,0
ТМТД+Х	5,3	1,3	84,3	17,3	11,3	49,8

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7
ТМТД+Х+Н	4,5	1,0	88,0	17,0	11,0	51,1
Сорт Эльдорадо						
Контроль	17,3	9,0	-	51,3	23,7	-
ТМТД	7,5	2,3	74,4	19,5	12,5	47,3
ТМТД+Х	6,0	1,7	81,1	18,0	12,0	49,4
ТМТД+Х+Н	5,0	1,3	85,6	17,7	11,7	50,6
Сорт Бірлік КВ						
Контроль	12,3	7,0	-	42,0	19,3	-
ТМТД	4,0	1,7	75,7	14,7	9,0	53,4
ТМТД+Х	3,5	1,0	85,7	13,0	8,5	56,0
ТМТД+Х+Н	3,0	0,5	92,9	12,7	8,0	58,5
<i>НСР₀₅ фактор А (обработка)</i>	<i>0,93</i>	<i>0,61</i>		<i>2,42</i>	<i>1,07</i>	
<i>НСР₀₅ фактор В (сорта)</i>	<i>0,81</i>	<i>0,53</i>		<i>2,10</i>	<i>0,93</i>	
<i>НСР₀₅ взаимодействие факторов АВ</i>	<i>1,61</i>	<i>1,05</i>		<i>4,19</i>	<i>1,85</i>	

Таким образом, при посеве во второй декаде мая фузариозная корневая гниль характеризовалась постепенным увеличением пораженности в течение вегетации. В данных почвенно-климатических условиях наиболее высокая восприимчивость к патогену зафиксирована у сорта Эльдорадо, в то время как сорт Бірлік КВ проявил наибольшую полевую устойчивость, сохранив минимальные показатели развития болезни до конца периода вегетации.

Анализ данных таблицы 14 показывает, что при посеве в третьей декаде мая фузариозная корневая гниль проявлялась с ранних фаз развития и достигала максимума к фазе полной спелости. В контрольных вариантах интенсивность развития болезни (R) к концу вегетации составила 21,0–25,3%, что в среднем на 1,5–2,0% выше показателей второго срока посева. Сорт Эльдорадо вновь продемонстрировал наибольшую восприимчивость к патогену, тогда как сорт Бірлік КВ сохранил относительную устойчивость.

Применение фунгицидного протравителя ТМТД, в.с.к. способствовало существенному снижению пораженности посевов. Однако, как и в предыдущем сроке, отмечено закономерное снижение биологической эффективности препаратов к фазе R8 (до 45,8–53,8%), обусловленное завершением периода защитного действия протравителя. Использование баковой смеси ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% позволило достичь минимальных значений пораженности. При этом на сорте Бирлик КВ зафиксирована максимальная биологическая эффективность в данном сроке посева – 53,8% в фазе R8.

Таблица 14 – Распространённость (Р) и развитие (R) фузариозной корневой гнили сои в зависимости от сорта и обработки семян при посеве 20–30 мая (средние данные за 2021–2023 гг.)

Вариант	Фаза развития сои					
	VE			R8		
	P, %	R, %	БЭ, %	P, %	R, %	БЭ, %
Сорт Ивушка						
Контроль	15,3	9,0	-	51,3	23,5	-
ТМТД	7,0	2,7	70,0	19,5	12,7	46,0
ТМТД+Х	6,3	2,0	77,8	18,7	12,5	46,8
ТМТД+Х+Н	5,7	1,7	81,1	18,5	12,5	46,8
Сорт Эльдorado						
Контроль	18,5	10,0	-	53,5	25,3	-
ТМТД	8,3	3,0	70,0	21,7	13,7	45,8
ТМТД+Х	7,0	2,5	75,0	20,3	13,7	45,8
ТМТД+Х+Н	6,7	2,0	80,0	19,7	13,5	46,6
Сорт Бірлік KB						
Контроль	13,5	8,0	-	44,3	21,0	-
ТМТД	5,0	2,5	68,8	16,0	10,5	50,0
ТМТД+Х	4,7	1,7	78,8	14,7	9,7	53,8
ТМТД+Х+Н	4,0	1,3	83,8	13,5	9,7	53,8
<i>HCP₀₅ фактор А (обработка)</i>	<i>0,91</i>	<i>0,63</i>		<i>3,22</i>	<i>1,06</i>	
<i>HCP₀₅ фактор В (сорта)</i>	<i>0,79</i>	<i>0,55</i>		<i>2,79</i>	<i>0,92</i>	
<i>HCP₀₅ взаимодействие факторов АВ</i>	<i>1,58</i>	<i>1,09</i>		<i>5,58</i>	<i>1,84</i>	

Сравнительный анализ сроков посева выявил, что при смещении сроков на третью декаду мая (20–30 мая) распространённость и развитие фузариозной корневой гнили возрастали по всем изучаемым сортам и вариантам защиты. Данная тенденция связана с тем, что начальные этапы онтогенеза растений позднего срока проходили в условиях повышенных температур, что в сочетании с почвенной влагой провоцировало раннюю активизацию фузариозной инфекции. Температурный стресс в начале вегетации привел к некоторому ослаблению иммунного статуса растений, что сделало их более уязвимыми к патогену по сравнению с посевами второй декады мая.

Результаты проведенного корреляционного анализа позволяют судить о тесной сопряженности между метеорологическими условиями вегетационного периода и динамикой поражения растений патогенами рода *Fusarium*. Полученные значения коэффициентов корреляции, варьирующие в диапазоне от 0,64 до 0,83, указывают на наличие прямой положительной связи, интенсивность которой классифицируется от средней до сильной. Характер выявленных зависимостей подтверждает существенную роль гидротермического коэффициента как определяющего фактора среды, способствующего инициации и развитию инфекционного процесса (Приложение Е).

4.6 Устойчивость сортов сои к микромицетам рода фузариум

Как показали полевые опыты, грибы рода *Fusarium* являются наиболее распространённым возбудителем корневых гнилей на сое, оказывая значительное влияние на рост, развитие и формирование урожая культуры. Для оценки степени патогенного воздействия представителей рода *Fusarium* на ранние этапы онтогенеза растения проведены лабораторные опыты по инокуляции семян возбудителями болезни. Такие исследования позволяют экспериментально установить, в какой мере инфицирование влияет на энергию прорастания, всхожесть, рост побегов и корневой системы, а также определить различия между сортами по устойчивости к патогену.

Ниже приведены результаты лабораторных экспериментов, направленных на определение влияния микромицетов рода *Fusarium* на всхожесть и развитие проростков сои различных сортов.

Для оценки реакции сортов сои на присутствие фузариозной инфекции был проведён учёт прорастания семян в контрольных условиях и на искусственном инфекционном фоне. В исследование включены три сорта – Ивушка, Бірлік KB и Эльдорадо. Динамику появления проростков фиксировали на 3-и, 5-е, 7-е, 10-е и 14-е сутки.

Данные, представленные в таблице 15, отражают различия сортов по реакции на инфицирование на начальной стадии онтогенеза и позволяют оценить относительную чувствительность семян к комплексу возбудителей фузариоза.

Таблица 15 – Лабораторная всхожесть семян различных сортов сои (М ± SD %)

Сорт	Показатель на:									
	3-и сутки		5-ые сутки		7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	Контроль	Инфекцион- ный фон	Контроль	Инфекцион- ный фон	Контроль	Инфекцион- ный фон	Контроль	Инфекцион- ный фон	Контроль	Инфекцион- ный фон
Ивушка	73,2 ± 2,4	65,7 ± 3,3	82,0 ± 1,6	71,9 ± 3,5	88,0 ± 2,4	84,3 ± 3,0	90,0 ± 2,8	84,2 ± 3,1	91,1 ± 2,1	84,3 ± 3,0
Эльдорадо	71,5 ± 2,3	56,7 ± 3,1	88,7 ± 2,5	73,5 ± 3,8	91,7 ± 2,9	73,1 ± 3,6	92,3 ± 3,0	75,6 ± 3,3	92,4 ± 2,8	75,6 ± 3,3
Бірлік KB	55,1 ± 4,2	56,0 ± 3,9	63,3 ± 4,1	62,1 ± 4,8	74,1 ± 3,7	73,2 ± 4,0	82,7 ± 4,1	82,2 ± 4,1	88,9 ± 3,9	87,0 ± 3,9

Результаты показывают заметные различия сортов по реакции на фузариозный инфекционный фон. У сорта Ивушка на всех сроках наблюдений отмечалось умеренное снижение всхожести по сравнению с контролем. Разница между вариантами составляла в среднем 6–8 процентов (например, на

10-е сутки - 90% в контроле против 84% на инфекционном фоне), что указывает на среднюю чувствительность семян к воздействию патогена.

Сорт Эльдорадо характеризовался наиболее выраженным падением всхожести при заражении. Снижение составляло 15–20 пунктов на всех сроках учёта (например, на 7-е сутки – 91% в контроле и 73% под инфекционным фоном), что свидетельствует о повышенной чувствительности семян данного сорта к фузариозу и устойчивой реакции на воздействие патогена в течение всего периода проращивания.

У сорта Бірлік КВ снижение всхожести под действием инфекционного фона было минимальным. Разница между контрольным и заражённым вариантом не превышала 1–2 пунктов на всех сроках наблюдений (например, на 14-е сутки – 88% против 87%), что указывает на слабую реакцию семян на присутствие возбудителей фузариоза и позволяет рассматривать Бірлік как сорт с наименьшей чувствительностью среди изученных.

Рост стеблей был измерен на 7-е, 10-е и 14-е сутки после закладки опыта.

Как показывают данные таблицы 16, сорта сои Ивушка и Эльдорадо демонстрировали заметное замедление роста стеблей на инфекционном фоне по сравнению с контролем. В то же время сорт Бірлік КВ не показал существенных различий между вариантами. Наиболее выраженное замедление отмечено у сорта Ивушка: на 7-е сутки длина стеблей на инфекционном фоне составляла 7,7 см, тогда как в контроле – 9,0 см.

Таблица 16 – Длина стеблей различных сортов сои ($M \pm SD$ см)

Сорт	Показатель на:					
	7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	Контроль	Инфекционный фон	Контроль	Инфекционный фон	Контроль	Инфекционный фон
Ивушка	$9,0 \pm 0,6$	$7,7 \pm 0,5$	$17,1 \pm 1,9$	$13,0 \pm 0,9$	$21,3 \pm 1,7$	$15,4 \pm 1,5$
Эльдорадо	$8,8 \pm 0,5$	$7,6 \pm 0,6$	$16,2 \pm 0,8$	$14,5 \pm 0,7$	$20,4 \pm 0,6$	$17,4 \pm 1,0$
Бірлік КВ	$4,3 \pm 0,8$	$5,1 \pm 0,6$	$12,8 \pm 1,2$	$13,1 \pm 1,3$	$16,3 \pm 0,9$	$16,4 \pm 1,5$

Изменения в развитии стеблей сопровождались аналогичной динамикой в росте корневой системы, что отражено в таблице 17.

Таблица 17 - Длина корешков у различных сортов сои ($M \pm SD$ см)

Сорт	Показатель на:					
	7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	Контроль	Инфекционный фон	Контроль	Инфекционный фон	Контроль	Инфекционный фон
Ивушка	$5,9 \pm 0,3$	$5,0 \pm 0,4$	$10,2 \pm 0,5$	$8,1 \pm 0,5$	$14,0 \pm 1,3$	$10,2 \pm 0,7$
Эльдорадо	$5,8 \pm 0,4$	$4,9 \pm 0,5$	$10,8 \pm 0,6$	$9,6 \pm 0,5$	$13,6 \pm 0,9$	$11,6 \pm 0,5$
Бірлік КВ	$2,9 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,2$	$7,8 \pm 0,4$	$8,2 \pm 0,3$	$10,2 \pm 0,5$	$10,6 \pm 0,4$

На 7-е сутки после инокуляции, наибольшую длину корешков показали Ивушка и Эльдорадо, однако только у Бірлік КВ не наблюдалось влияния

инфекционного фона на длину корешков (3,2 см против 2,9 см в контроле). На 10-е сутки Бірлік КВ и Эльдорадо продемонстрировали сходные значения (8,2 см и 9,6 см соответственно), превосходя контрольные показатели на 0,4 и 0,3 см соответственно. На 14-е сутки все сорта продемонстрировали уменьшение длины корешков на инфекционном фоне по сравнению с контролем, за исключением сорта Бірлік КВ, у которого разница составила 0,4 см (10,6 см против 10,2 см в контроле), у Ивушки – 3,8 см (14 см против 10,2 см в контроле), а у Эльдорадо – 2,4 см (13,6 см против 11,2 см в контроле).

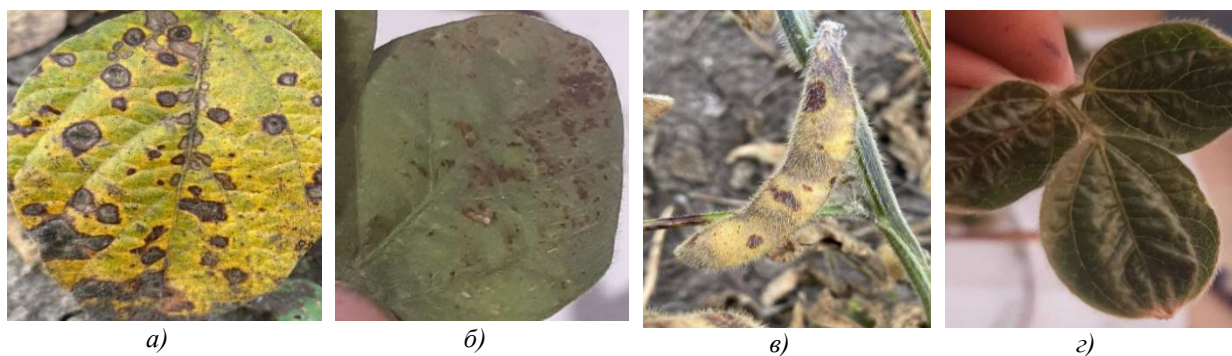
В ходе наших исследований мы обнаружили важные закономерности, касающиеся устойчивости различных сортов сои к микромицетам рода *Fusarium*. Сорт Бірлік КВ проявил себя как наиболее устойчивый к исследуемым возбудителям, сохраняя высокую всхожесть семян и обеспечивая стабильный рост как стеблей, так и корешков, даже при наличии инфекционного фона, в то время как сорта Ивушка и Эльдорадо демонстрировали значительное снижение всхожести семян при инфекционном фоне. Эти результаты подчеркивают важность выбора устойчивых сортов при выращивании сои в регионах, где фузариоз является распространенной проблемой (Канапин и др., 2023).

Данные выводы имеют большое значение для сельского хозяйства Казахстана. Устойчивые сорта могут способствовать увеличению урожайности и качества продукции, что в конечном итоге может улучшить экономическое благополучие сельскохозяйственных предприятий.

Следует также отметить, что результаты нашего исследования могут представлять основу для дальнейших исследований в области селекции и генетики сои. Разработка новых сортов, обладающих повышенной устойчивостью к фузариозу, может стать важным шагом в укреплении позиций сои как значимой культуры в сельском хозяйстве Казахстана.

4.7 Листостебельные болезни сои и идентификация основных видов

В ходе трехлетних наблюдений в посевах сои отмечалось стабильное развитие комплекса листостебельных болезней различной этиологии (рисунок 15). Их состав и интенсивность варьировали по годам в зависимости от погодных условий и биологических особенностей сортов. Наиболее часто фиксировались заболевания грибной природы, преимущественно поражающие листья нижнего и среднего ярусов. В годы с повышенной влажностью воздуха и умеренной температурой инфекционный фон был более выраженным, что сопровождалось усилением поражения и распространением патогенов в верхние ярусы растений.



а – симптомы альтернариоза (*Alternaria spp.*) на листьях сои; *б* – септориоз (*Septoria glycines*) на листьях; *в* – поражение бобов сои антракнозом (*Colletotrichum truncatum*); *г* – вирусная мозаика на листьях сои

Рисунок 15 – Признаки листостебельных инфекций на сое:

На отдельных растениях наблюдались вирусные заболевания, проявившиеся в мозаичных изменениях окраски листьев и деформациях пластинки, однако они носили единичный, очаговый характер. В нижнем ярусе растений, особенно на стареющих листьях, нередко отмечались вторичные некротические поражения, обусловленные сапротрофным развитием микромицетов. Общий фитопатогенный фон можно охарактеризовать как умеренный, без признаков эпифитотийного развития инфекций.

Таблица 18 – Состав и характеристика комплекса листостебельных болезней сои

Заболевание	Возбудитель (род / вид)	Тип патогена	Поражаемые органы и локализация симптомов	Характер распространения
Альтернариоз	<i>Alternaria destruens</i> , <i>A. tenuissima</i>	Гриб	Листья нижнего и среднего ярусов, черешки, иногда стебли; округлые бурые пятна с тёмной каймой	Повсеместно
Септориоз	<i>Septoria spp.</i>	Гриб	Нижние и средние листья; мелкие буро-серые пятна с тёмным ободком, нередко с пикнидами	Единично
Антракноз	<i>Colletotrichum spp.</i>	Гриб	Листья, бобы, стебли; удлинённые бурые пятна, сливающиеся в некротические участки	Единично
Мозаика сои	Вирус мозаики сои (Soybean mosaic virus)	Вирус	Молодые листья верхнего яруса; мозаичная окраска, деформация листовой пластинки	Единично

Типичные примеры поражения растений в годы наблюдений представлены на рисунке 15, где показаны характерные проявления наиболее часто встречающихся болезней.

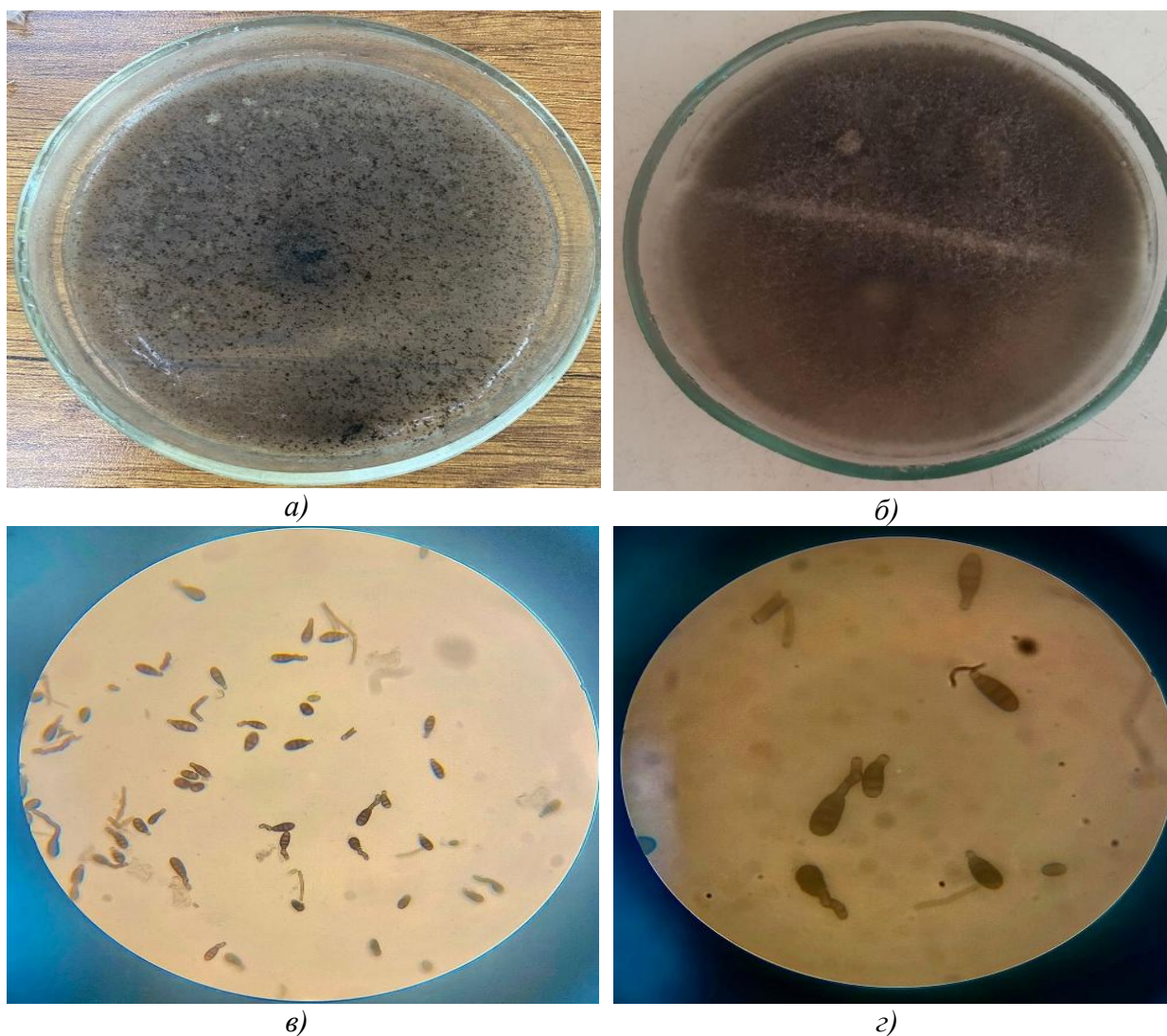
Для обобщения и систематизации полученных данных проведено сведение результатов наблюдений в сводную таблицу, отражающую состав комплекса листостебельных заболеваний, их возбудителей, локализацию поражений и характер распространения (таблица 18).

Заболевания определялись по совокупности морфологических, микологических и визуальных признаков. Видовая принадлежность *A. destruens* и *A. tenuissima* подтверждена молекулярно.

На основании многолетних наблюдений за посевами сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана установлено, что среди выявленных листостебельных инфекций наибольшую регулярность и устойчивость проявления в разные годы демонстрировали заболевания альтернариозной природы. Поражения, вызываемые грибами рода *Alternaria*, отмечались практически на всех обследованных участках, формируя основной фон листостебельных болезней культуры. Высокая встречаемость альтернариозных поражений, а также фитопатологическая значимость этих грибов как возбудителей раннего и позднего некроза листьев обусловили выбор данной группы патогенов для детального лабораторного изучения. Кроме того, представители рода *Alternaria* хорошо развиваются на искусственных питательных средах, что позволяет проводить их морфологическое и культуральное исследование в контролируемых условиях.

Для выделения возбудителей отбирались листья сои с типичными признаками альтернариозного поражения. Из тканей, расположенных на границе между здоровыми и больными участками, производили посев на питательные среды с целью получения чистых культур. Инкубирование проводилось при оптимальной температуре 25 ± 2 °C в условиях рассеянного света. Уже на 4–5-й день на чашках Петри наблюдалось развитие мицелия тёмно-оливковой окраски, постепенно заполнявшего всю поверхность среды. Культуры отличались быстрым ростом, радиальной структурой колоний и наличием характерного бархатистого налёта на поверхности. По мере старения культур окраска колоний переходила от оливково-серой к буровато-чёрной.

Для изучения микроскопических признаков готовились препараты из краевых зон молодых колоний. Микроскопирование проводилось при увеличении $\times 400$ с использованием светового микроскопа. На препаратах отмечались типичные для рода *Alternaria* конидиеносцы и цепочки конидий с поперечными и продольными перегородками, различающиеся по форме и размерам. Морфологические особенности изолятов согласуются с литературными описаниями представителей данного рода, что позволило предварительно отнести выделенные образцы к *Alternaria spp.* Типичные культуральные и микроскопические особенности изолятов приведены на рисунке 16.



а - колония *A. destruens* на питательной среде; *б* - колония *A. tenuissima* на питательной среде; *в* - конидии *A. destruens* (световая микроскопия, $\times 400$); *г* - конидии *A. tenuissima* (световая микроскопия, $\times 400$)

Рисунок 16 – Культуральные и микроморфологические признаки возбудителей альтернариоза сои

Полученные результаты морфологического и микроскопического анализа послужили основой для последующего молекулярного уточнения видовой принадлежности возбудителей. Выбор маркерных генов определялся их разрешающей способностью при дифференциации близкородственных видов рода *Alternaria*. Для генетической идентификации первого изолята использовались фрагменты генов TEF-1 α и TUB2, для второго – анализ ITS-региона рибосомальной ДНК. В результате секвенирования и сравнения полученных последовательностей с референтными записями базы данных GenBank установлено, что первый изолят относится к виду *Alternaria tenuissima*, второй – к виду *Alternaria destruens*.

Нуклеотидные последовательности были проанализированы и объединены в общую последовательность в программном обеспечении SeqMan (DNA Star). После чего были удалены концевые фрагменты (нуклеотидные последовательности праймеров, фрагменты, имеющие низкий показатель качества). Полученные последовательности были идентифицированы в GenBank по алгоритму BLAST. Результаты приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Результаты идентификации методом анализа нуклеотидных последовательностей генов TEF-1 α и TUB2

Наименование штамма	Последовательность фрагмента	Идентификация нуклеотидных последовательностей в международной базе данных (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/) алгоритм BLAST		
		Инвентарный номер GenBank (Accession number)	Наименование штамма	% совпадения
1 <i>Tef</i>	GGGTCTTACCAGTGGCCTTGGCCTTGGTCTCCTTCTCCCAACCCTTGTAACAGGGGCAGTTGGATGAGGCCTCAATCATGTTGTCACCGTTGAAACCGGAGATGGGGACGAAAGGAACGTGCTTGGGGTTGTAGCCGACCTTCTTGATGAAGTTGGAGGTCTCCTTGATGATCTCCTGGTAACGCTCCTCGGACCAC TTGGTGGTGTCCATCTTGTGTTGATGGCAACGATGAGCTGCTTGACACCGAGGGTGTAAGCGAGGAGAGCGTGCTCACGAGTCTGGCCATCCTTGGAGATACCAGCCTCGAACTCACCAGTACCGGCGGCAATGATGAGAATAGCGCAGTCGGCCTGGGAGGTACCAGTGATCATGTTCTTGATGAAAT	KP009004.1	<i>Alternaria alternata</i>	100
		JQ672478.1	<i>Alternaria toxicogenica</i>	100
		MN078931.1	<i>Alternaria tenuissima</i>	100
1 <i>Tub</i>	GTACGCTTCTCATCTCCAAGATCCGTGAGGAGTTCCCCGACCGCATGATGGCCACCTACTCCGTCGTGCCTTCCCCCAAGGTCTCCGACACCGTTGTCGAGCCCTACAACGCCACACTCTCCATCCACCAGCTGGTTGAGAACTCAGACGAGACCTTCTGCATTGACAAACGAGGCTCTCTACGACATCTGCATGAGGACTCTCAAGCTGAACAACCCCTCCTACGGCGACCTGAACCACCTCGTTTCCGCCGT CATGTCGGGTGTCACTACCTGCCTGCGTTTCCCTGGTCAGCTCAACTCTGACCTGAGGAAGTTGGCCGTCAACATGGTTCCCTTCCCCGTCTCCACTTCTTCATGA	MT003125.1	<i>Alternaria alternata</i>	100
		OM674441.1	<i>Alternaria arborescens</i>	99.16

Результаты анализа нуклеотидных последовательностей методом BLAST, представленные в таблице 19, указывают на высокую степень сходства исследуемого образца с несколькими видами рода *Alternaria*. Тем не менее простое совпадение последовательностей не всегда позволяет однозначно определить вид, так как близкородственные виды могут демонстрировать высокую степень консервативности в отдельных участках

генома. Для уточнения видовой принадлежности был проведен филогенетический анализ на основе генов TEF-1 α и TUB2.

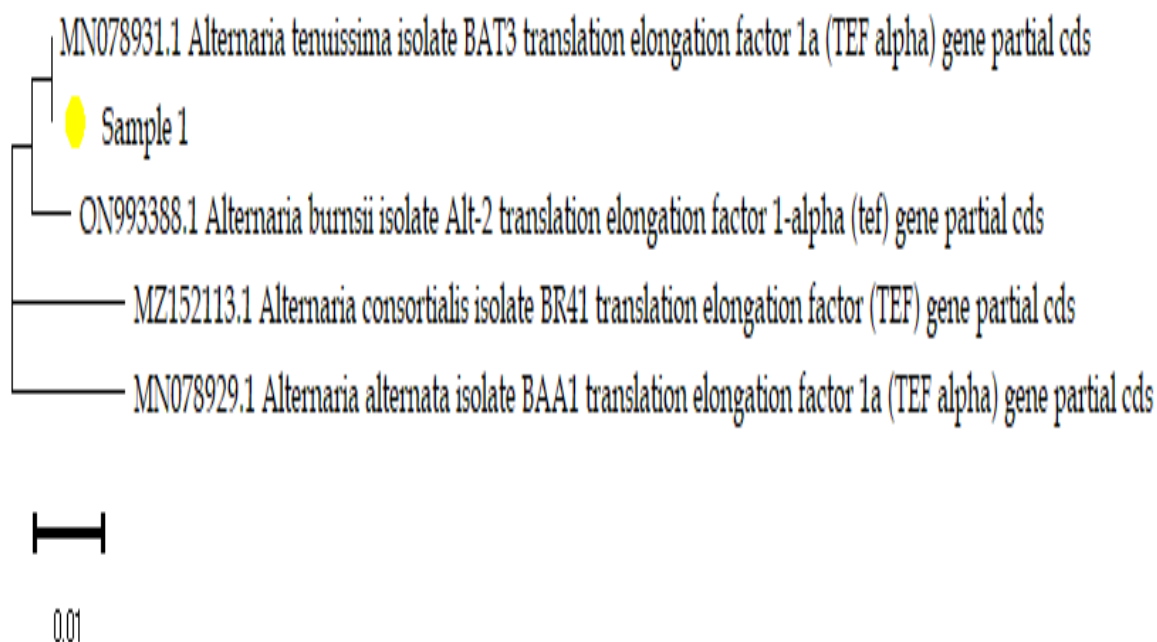


Рисунок 17 – Филогенетическое дерево, построенное на основании анализа фрагмента гена TEF-1 α

Филогенетические деревья, построенные на основании последовательностей генов TEF-1 α и TUB2, представлены на рисунках 17 и 18 соответственно. На рисунке 17 исследуемый образец располагается на одной ветви с *Alternaria tenuissima*. На рисунке 18, построенном на основе гена TUB2, образец также сгруппировался с *Alternaria tenuissima* и *Alternaria alternata*. Анализ обеих последовательностей в совокупности подтверждает принадлежность исследуемого штамма к виду *Alternaria tenuissima*.

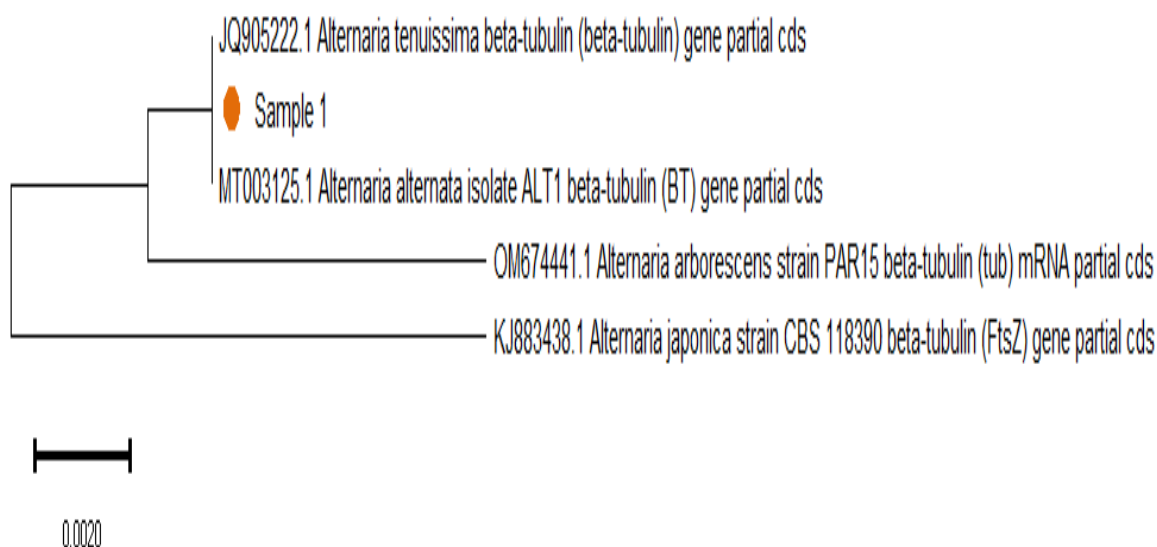


Рисунок 18 – Филогенетическое дерево, построенное на основании анализа фрагмента гена TUB2

Таблица 20 – Суммарные результаты идентификации штаммов по фрагментам генов TEF-1 α и TUB2

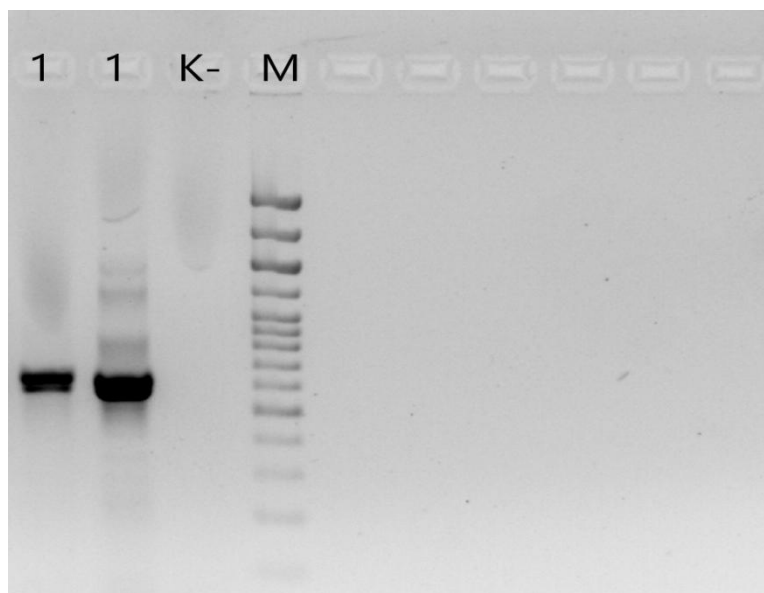
№ п/п	Вид идентифицированного микроорганизма	Примечание
1 TEF-1 α	<i>Alternaria tenuissima</i>	Определено на основе филогенетического дерева, построенного алгоритмом Neighbor-Joining (N-J)
1 TUB2	<i>Alternaria tenuissima</i> / <i>Alternaria alternata</i>	Определено на основе филогенетического дерева, построенного алгоритмом Neighbor-Joining (N-J)

Таким образом, на основании комплексного анализа фрагментов генов TEF-1 α и TUB2 исследуемый образец идентифицирован как *Alternaria tenuissima*, что подтверждено как результатами BLAST-анализа, показавшего 100%-ное сходство с референтными последовательностями данного вида, так и его положением на филогенетических деревьях, где образец устойчиво группировался с типовыми штаммами *A. tenuissima*.

Другим изолятом, выделенным из поражённых стеблей сои, оказался ещё один представитель рода *Alternaria*. Данный изолят отличался от первого по культуральным признакам: колонии характеризовались иной скоростью роста и структурой мицелия, что указывало на принадлежность к другому виду. Для его молекулярной идентификации использовался анализ ITS-региона рибосомальной ДНК, являющегося универсальным маркером для первичной видовой дифференциации грибов. Результаты ПЦР-амплификации приведены на рисунке 19.

Анализ амплифицированных целевых фрагментов ДНК проводили методом разделения в 1,5% агарозном геле в присутствии интеркалирующего агента – бромистого этидия, использованного для визуализации продуктов реакции. Разделение проводилось при напряжении 100 В в течение 30 минут с использованием маркера молекулярного веса для оценки размера полученных фрагментов. В отрицательном контрольном образце ПЦР-продуктов не наблюдалось, что свидетельствует об отсутствии контаминации в проведённой реакции. Наличие чётких полос целевого размера в исследуемых образцах подтвердило успешность амплификации и пригодность полученных продуктов для последующего секвенирования.

Нуклеотидные последовательности были проанализированы и объединены в общую последовательность в программном обеспечении SeqMan (DNA Star), после чего были удалены концевые фрагменты, включая нуклеотидные последовательности праймеров и участки с низким показателем качества. Качество полученных хроматограмм оценивалось визуально, а участки с неоднозначным прочтением нуклеотидов исключались из дальнейшего анализа. Полученные последовательности были идентифицированы в GenBank по алгоритму BLAST. Результаты приведены в таблице 21.



1 - исследуемый образец; М - маркер молекулярного веса (Fermentas) (100–10000 п.н., шаг 100–1000 п.н.), К- – отрицательный контрольный образец

Рисунок 19 – Электрофореграмма ПЦР-продуктов амплификации ITS-региона

Таблица 21 – Результаты идентификации методом анализа нуклеотидной последовательности ITS региона

Наименование штамма	Последовательность фрагмента <i>ITS</i> региона	Идентификация нуклеотидных последовательностей в международной базе данных (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/) алгоритм BLAST		
		Инвентарный номер GenBank (Accession number)	Наименование штамма	% совпадения
1	CAGCGGGTATCCCTACCTGATCCGAGGTCAAAAGTT GAAAAAAGGCTTAATGGATGCTAGACCTTTGCTGA TAGAGAGTGCGACTTGTGCTGCGCTCCGAAACCAAGT AGGCCGGCTGCCAATTACTTTAAGGCGAGTCTCCAG CAAAGCTAGAGACAAGACGCCCAACACCAAGCAAA GCTTGAGGGTACAAATGACGCTCGAACAGGCATGCC CTTTGGAATACCAAAGGGCGCAATGTGCGTTCAAAG ATTGATGATTCACTGAATTCTGCAATTCACACTACT TATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCCAGAAC CAAGAGATCCGTTGTTGAAAGTTGTAATTATTAATTT GTTACTGACGCTGATTGCAATTACAAAAGGTTTATGT TTGTCTAGTGGTGGGCGAACCCACCAAGGAAACAA GAAGTACGCAAAAGACAAGGGTGAATAATTCAGCA AGGCTGTAACCCCGAGAGGTTCCAGCCCGCCTTCAT ATTTGTGTAATGATCCCTCCGCAGGTTC	<u>NR_137143.1</u>	<u>Alternaria destruens</u>	100%

Для уточнения видовой принадлежности дополнительно был проведён филогенетический анализ с последовательностями, депонированными в международной базе данных GenBank. Филогенетическое дерево построено в программном обеспечении MEGA 5 с использованием алгоритма ClustalW для выравнивания нуклеотидных последовательностей методом Neighbor-Joining (N-J).

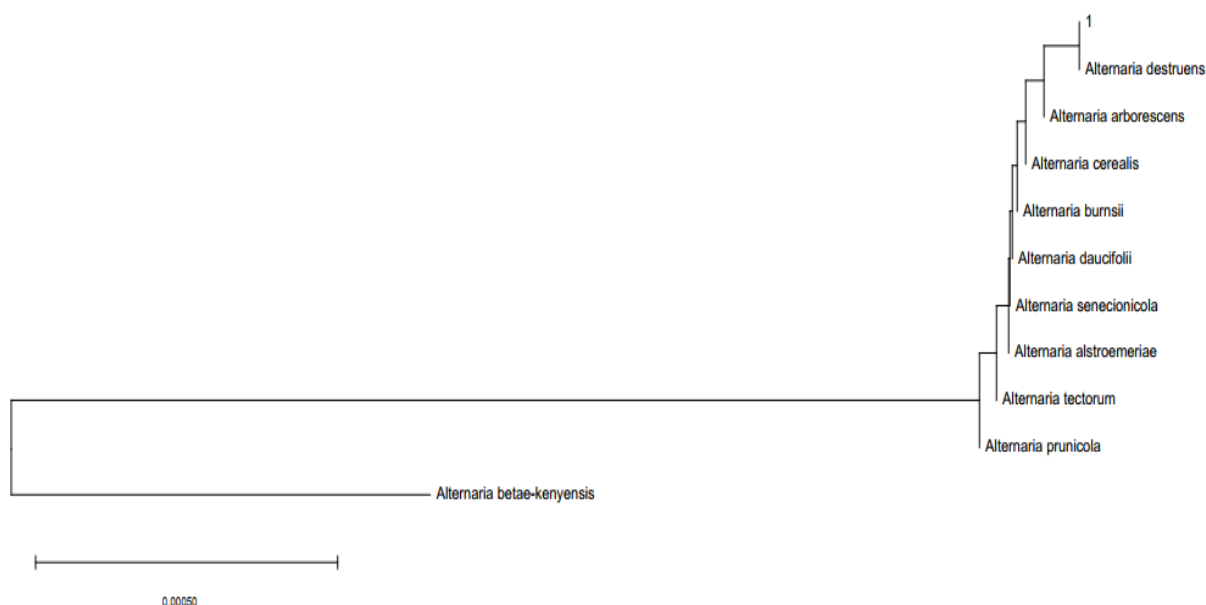


Рисунок 20 – Филогенетическое положение изолята *Alternaria destruens* на основании анализа ITS-последовательностей

На рисунке 20 видно, что построение филогенетического дерева с включением родственных видов подтвердило принадлежность штамма к *Alternaria destruens*: исследуемый образец сформировал кладу с данным видом, чётко отделившись от других близкородственных форм (*A. arborescens*, *A. cerealis*, *A. burnsii* и др.). Высокое значение bootstrap-поддержки (1,0) подтверждает достоверность кластеризации. Филогенетическое дерево построено методом Neighbor-Joining (Saitou & Nei, 1987) в программном обеспечении MEGA 5 (Tamura et al., 2021). Результаты идентификации штамма по ITS-региону приведены в таблице 22 (Канапин и др., 2025a).

Таблица 22 – Суммарные результаты идентификации штаммов по ITS-региону

Наименование	Результат идентификации	Примечание
1	<i>Alternaria destruens</i>	Определено на основе филогенетического дерева, построенного алгоритмом Neighbor-Joining (N-J)

В полевых условиях определение болезней, вызываемых грибами, проводят по проявлению признаков и симптомов, а точную идентификацию возбудителя проводят в специализированных лабораториях, главным образом

по морфолого-культуральным признакам с применением методов микроскопии и культивирования на питательных средах. Во многих случаях морфологические характеристики спор у близкородственных видов могут совпадать, а внутри одного вида значительно варьировать (Seitbattalova et al., 2015). Кроме того, симптомы болезни могут проявляться нетипично или заболевание может проходить в скрытой форме (Barnes & Szabo, 2007). В связи с этим применение более точных, современных методов является востребованным в диагностике микроорганизмов.

В зоне Северного Казахстана *Alternaria tenuissima* является фитопатогеном сои, однако, *Alternaria destruens* на сое не является основным возбудителем альтернариоза и встречается редко. Научных исследований отечественных ученых, где подробно и всеобъемлюще описывается фитопатогенность данного гриба практически нет. Однако в исследованиях зарубежных ученых данный возбудитель является фитопатогеном для таких культур как, баклажан, ячмень и подсолнечник (Ershad, 2009). Также исследованиями ряда ученых Китая (Yang et al., 2019) определена его фитопатогенность на Бирючине китайской, а учеными Индии на Черногловке обыкновенной (*Prunella vulgaris*) (Sultan et al., 2024). Следовательно, дальнейшее изучение его фитопатогенности на сое и на других полевых культурах является актуальным и требует более глубоких исследований.

4.8 Распространённость и развитие альтернариоза в период вегетации сои

В проведенных исследованиях при посеве 10–20 мая альтернариоз проявлялся начиная с фазы V6, когда на нижних листьях формировались первые единичные пятна с характерной концентрической зональностью, и постепенно усиливался по мере перехода растений к фазам генеративного развития. Стоит отметить, что для всех опытных вариантов, кроме контроля, в период вегетации проводилась фоновая фунгицидная обработка препаратом Спартак, к.с. (0,8 л/га). Это позволило изучить эффективность предпосевной обработки семян как базового элемента в общей системе интегрированной защиты посевов. Наибольшие значения распространённости и развития болезни ожидаемо отмечены в контрольных вариантах (без обработки семян и без фонового фунгицида), где инфекция развивалась без сдерживающего воздействия. У сорта Ивушка на фазе R8 развитие достигло 23,0%, у сорта Эльдorado – 27,3%, у сорта Бірлік KB – 25,0%.

В фазе V6 биологическая эффективность применяемых препаратов была относительно невысокой (15,1–49,1%), что обусловлено слабым проявлением болезни в начальный период вегетации и незначительным абсолютным разрывом между контрольными и опытными вариантами. По мере нарастания инфекционного фона к фазам R4–R8 защитный эффект препаратов усиливался, и различия между контролем и лучшими вариантами обработки становились наиболее выраженными к концу вегетации.

Таблица 23 – Распространённость (P) и развитие (R) альтернариоза сои в зависимости от сорта и вариантов обработки семян при посеве 10–20 мая (среднее за 2021–2023 гг.)

Вариант	Фаза развития сои								
	V6			R4			R8		
	P%	R%	БЭ %	P%	R%	БЭ %	P%	R%	БЭ %
Сорт Ивушка									
Контроль	10,0	5,3	-	30,5	21,3	-	50,0	23,0	-
ТМТД	7,3	4,5	15,1	18,7	8,5	60,1	20,5	9,7	57,8
ТМТД +Х	6,7	4,0	24,5	16,3	7,0	67,1	19,0	9,5	58,7
ТМТД +Х+Н	4,7	2,7	49,1	10,3	4,0	81,2	12,7	4,7	79,6
Сорт Эльдорадо									
Контроль	15,0	7,0	-	33,7	24,0	-	53,7	27,3	-
ТМТД	10,3	5,3	24,3	22,0	12,3	48,8	24,3	13,0	52,4
ТМТД +Х	9,5	4,5	35,7	21,0	11,7	51,3	23,7	12,5	54,2
ТМТД +Х+Н	6,7	4,0	42,9	16,0	7,0	70,8	19,0	8,7	68,1
Сорт Бірлік KB									
Контроль	13,3	6,7	-	32,0	23,0	-	53,0	25,0	-
ТМТД	10,0	5,0	25,4	21,0	11,7	49,1	23,7	12,7	49,2
ТМТД +Х	9,7	4,3	35,8	19,5	11,3	50,9	22,0	11,5	50,0
ТМТД +Х+Н	6,0	3,5	47,8	15,0	6,7	70,9	16,0	7,7	69,2
<i>НСР₀₅ фактор А (обработка)</i>	<i>0,50</i>	<i>0,30</i>		<i>1,02</i>	<i>0,91</i>		<i>3,20</i>	<i>0,74</i>	
<i>НСР₀₅ фактор В (сорта)</i>	<i>0,43</i>	<i>0,26</i>		<i>0,88</i>	<i>0,79</i>		<i>2,77</i>	<i>0,64</i>	
<i>НСР₀₅ взаимодействие факторов АВ</i>	<i>0,86</i>	<i>0,52</i>		<i>1,76</i>	<i>0,79</i>		<i>5,55</i>	<i>1,28</i>	

Применение системы защиты ТМТД, в.с.к. + Спартак, к.с. обеспечило достоверное снижение темпов развития патогена на всех этапах онтогенеза. Биологическая эффективность данной схемы в фазе R8 составила 49,2–57,8%. Разница с контролем по всем сортам существенно превысила показатель НСР₀₅ (0,74 для фактора А), что подтверждает статистическую значимость применяемых мероприятий.

Наилучшие фитосанитарные показатели зафиксированы в варианте ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% на фоне препарата Спартак, к.с. Включение в систему регулятора роста Новосил 10% позволило стабилизировать защитные функции растений, благодаря чему разрыв в интенсивности поражения между контролем и данным вариантомкратно увеличивался к концу вегетации. Если в фазе V6 развитие болезни снизилось в 1,5–2 раза, то к фазе R8 оно было в 3–5 раз ниже контрольных значений. Биологическая эффективность системы в фазе R8 достигла максимума – 79,6% у сорта Ивушка и 68,1–69,2% у сортов Эльдорадо и Бірлік KB.

Статистический анализ (НСР₀₅ АВ = 1,28) подтверждает существенное влияние взаимодействия факторов, что указывает на различную степень восприимчивости сортов агроценозов к патогену и их неодинаковый отклик на комплексную защиту. Это обосновывает результативность использования многокомпонентных схем, сочетающих химический и

иммуностимулирующий механизмы действия, особенно для сортов с высокой потенциальной восприимчивостью, таких как Эльдorado.

Таблица 24 – Распространённость (P) и развитие (R) альтернариоза сои в зависимости от сорта и вариантов обработки семян при посеве 20–30 мая (среднее за 2021–2023 гг.)

Вариант	Фаза развития сои								
	V6			R4			R8		
	P%	R%	БЭ%	P%	R%	БЭ%	P%	R%	БЭ%
Сорт Ивушка									
Контроль	13,3	7,5	-	32,7	23,0	-	58,0	25,7	-
ТМТД	9,5	6,0	20,0	19,3	11,7	49,1	23,7	11,0	57,2
ТМТД +Х	9,0	5,7	24,0	18,5	11,0	52,2	24,0	10,7	58,4
ТМТД+Х+Н	6,3	3,5	53,3	13,0	6,7	70,9	19,3	7,0	72,8
Сорт Эльдorado									
Контроль	18,5	10,0	-	38,5	26,3	-	61,5	29,7	-
ТМТД	13,7	8,0	20,0	26,0	15,0	43,0	27,0	17,0	42,8
ТМТД +Х	13,0	7,5	25,0	25,7	13,7	47,9	26,7	15,3	48,5
ТМТД+Х+Н	9,7	5,3	47,0	18,7	9,0	65,8	21,0	10,5	64,6
Сорт Бірлік KB									
Контроль	15,3	9,7	-	38,0	25,0	-	59,7	28,0	-
ТМТД	13,0	8,0	17,5	25,3	14,3	42,8	27,0	16,3	41,8
ТМТД +Х	12,3	7,0	27,8	25,0	14,0	44,0	26,5	15,0	46,4
ТМТД+Х+Н	9,0	4,7	51,5	18,0	8,7	65,2	20,0	9,7	65,4
<i>HCP₀₅ фактор А (обработка)</i>	0,50	0,32		1,05	1,10		3,30	2,55	
<i>HCP₀₅ фактор В (сорта)</i>	0,43	0,27		0,91	0,95		2,86	2,21	
<i>HCP₀₅ взаимодействие факторов АВ</i>	0,86	0,55		1,82	1,91		5,71	4,42	

При посеве в третьей декаде мая (20–30 мая) альтернариоз проявлялся в фазе V6 и интенсивно прогрессировал к концу периода вегетации. На всех опытных вариантах, за исключением контроля, проводилась фоновая фунгицидная обработка посевов в период вегетации препаратом Спартак, к.с. (0,8 л/га). В контрольных вариантах (без предпосевной защиты семян и без фонового фунгицида) зафиксированы максимальные показатели пораженности: распространённость (P) в фазе R8 достигала 58,0–61,5%, а развитие (R) – 25,7–29,7%.

Во всех вариантах обработки семян на фоне вегетационного опрыскивания препаратом Спартак, к.с. наблюдалось достоверное снижение интенсивности поражения растений. При использовании системы ТМТД, в.с.к. + Спартак, к.с. развитие болезни в фазе R8 снизилось до 11,0–17,0%, а биологическая эффективность составила 41,8–57,2%.

Минимальные показатели пораженности зафиксированы при использовании многокомпонентной системы: ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% на фоне препарата Спартак, к.с. Применение данной схемы позволило существенно сдержать развитие патогена на всех этапах онтогенеза. Характерной особенностью стало нарастание защитного эффекта

к концу вегетации, что обеспечило биологическую эффективность в фазе R8 на уровне 64,6–72,8%. Это достоверно (согласно НСР 05 фактор $A = 2,55$) превышает показатели других схем защиты. Максимальный отклик на включение в систему Новосила 10% отмечен у сорта Ивушка, где развитие болезни было минимальным в опыте (7,0%).

Сравнительный анализ сроков посева выявил, что при более позднем посеве (20–30 мая) пораженность альтернариозом была выше по всем сортам и вариантам, чем при посеве 10–20 мая. Усиление патогенеза обусловлено температурным режимом второй половины вегетации, создающим оптимальные условия для спороношения грибов рода *Alternaria*. Кроме того, более поздние посевы дольше сохраняли вегетирующую массу в период активного развития патогена, что способствовало накоплению инфекции в агроценозе.

Статистический анализ данных подтверждает существенное влияние взаимодействия факторов (НСР₀₅ АВ = 4,42), что указывает на различную степень устойчивости изучаемых сортовых агроценозов к комплексному воздействию инфекции и средств защиты, а также подтверждает целесообразность усиления иммунного статуса растений сорта Бірлік КВ и Эльдорадо в условиях повышенного инфекционного фона.

Результаты корреляционного анализа взаимосвязи гидротермического коэффициента с интенсивностью развития грибов *Alternaria spp.* демонстрируют стабильно высокую зависимость развития патогена от климатических факторов во всех вариантах опыта. В отличие от данных по фузариозу, показатели связи для альтернариоза характеризуются большей однородностью: коэффициенты корреляции варьируют в узком диапазоне от 0,74 до 0,80, что однозначно классифицируется как сильная положительная взаимосвязь. При раннем сроке посева (10–20 мая) отмечаются максимальные значения коэффициентов для сортов Эльдорадо и Бірлік КВ ($r = 0,80$), а также для сорта Ивушка ($r = 0,76$), что указывает на критическую значимость условий увлажнения именно в этот период для инициации инфекции.

При смещении срока посева на вторую декаду мая (20–30 мая) наблюдается незначительное снижение тесноты связи до уровня 0,74–0,75, однако характер зависимости остается стабильно сильным. Это указывает на сохранение выраженной сопряженности между анализируемыми показателями даже при изменении сроков посева (Приложение Е).

4.9 Структура урожая сортов сои

Величина урожая любой сельскохозяйственной культуры определяется совокупностью его основных элементов – количеством растений на единице площади, числом бобов и семян на растении, а также массой 1000 семян. Эти показатели формируют структуру урожая, отражающую потенциальную продуктивность растений при конкретных агротехнических условиях.

Структурный анализ позволяет определить, за счёт каких элементов достигается изменение урожайности и какие звенья продукционного процесса наиболее чувствительны к действию внешних факторов.

При посеве 10–20 мая у сорта Ивушка количество растений составило 37,4 шт./м² в контроле и увеличивалось до 42,0 шт./м² в варианте ТМТД+Х+Н; количество бобов на растении – с 10,4 до 15,8 шт., число семян – с 20,0 до 25,1 шт., масса 1000 семян – с 132,6 до 146,4 г. Биологическая урожайность при этом возросла с 9,9 до 15,4 ц/га. У сорта Эльдорадо отмечено аналогичное увеличение: количество бобов – с 9,7 до 15,3 шт., семян – с 19,4 до 24,9 шт., масса 1000 семян – с 116,3 до 133,3 г, биологическая урожайность – с 8,1 до 13,5 ц/га. У сорта Бірлік КВ показатели изменялись в тех же пределах: количество бобов увеличилось с 9,5 до 14,6 шт., семян – с 17,7 до 23,9 шт., масса 1000 семян – с 136,3 до 147,1 г, биологическая урожайность – с 8,2 до 13,7 ц/га. Таким образом, при первом сроке посева положительная динамика отмечалась по всем основным элементам структуры урожая, при этом наиболее заметные изменения были связаны с увеличением числа генеративных органов и семян на растении.

При более позднем сроке посева (20–30 мая) у сорта Ивушка количество бобов возросло с 9,6 до 15,5 шт., семян – с 19,7 до 24,4 шт., масса 1000 семян – с 131,8 до 145,4 г, биологическая урожайность – с 9,1 до 14,1 ц/га. Похожие соотношения отмечены и у сортов Эльдорадо и Бірлік КВ, что указывает на сохранение общей направленности реакции сортов на предпосевную обработку семян. Наибольшие различия между вариантами наблюдались по числу бобов и семян на растении. Масса 1000 семян изменялась в меньшей степени и сохраняла сортовые особенности. При этом наиболее выраженный положительный эффект обработки отмечен у сорта Ивушка.

Полученные данные свидетельствуют о том, что комплексная предпосевная обработка семян способствует формированию более продуктивной структуры урожая независимо от срока посева. При этом её влияние проявлялось преимущественно через увеличение количества бобов и семян на растении, тогда как масса 1000 семян оставалась более устойчивым сортовым показателем (таблица 25).

Таблица 25 – Элементы структуры урожая (среднее за 3 года)

Сорт	Вариант	Количество растений, шт/м ²	Количество бобов в 1 растении, шт	Количество семян в 1 растении, шт	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность семян, ц/га
1	2	3	4	5	6	7
Срок посева 10–20 мая						
Ивушка	Контроль	37,4	10,4	20,0	132,6	9,9
	ТМТД	40,0	13,4	23,8	143,6	13,7
	ТМТД+Х	40,8	14,6	24,6	145,6	14,6
	ТМТД+Х+Н	42,0	15,8	25,1	146,4	15,4

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5	6	7
<i>HCP₀₅</i>						<i>1,26</i>
Эльдорадо	Контроль	36,0	9,7	19,4	116,3	8,1
	ТМТД	38,1	13,0	23,3	128,9	11,4
	ТМТД+Х	39,0	14,1	24,5	132,0	12,6
	ТМТД+Х+Н	40,6	15,3	24,9	133,3	13,5
<i>HCP₀₅</i>						<i>0,85</i>
Бірлік КВ	Контроль	33,9	9,5	17,7	136,3	8,2
	ТМТД	36,7	12,9	21,8	144,0	11,5
	ТМТД+Х	37,8	13,9	23,4	146,3	12,9
	ТМТД+Х+Н	39,1	14,6	23,9	147,1	13,7
<i>HCP₀₅</i>						<i>0,76</i>
Срок посева 20–30 мая						
Ивушка	Контроль	35,1	9,6	19,7	131,8	9,1
	ТМТД	37,4	12,9	22,1	142,1	11,7
	ТМТД+Х	39,2	14,4	23,9	145,0	13,6
	ТМТД+Х+Н	39,8	15,5	24,4	145,4	14,1
<i>HCP₀₅</i>						<i>1,10</i>
Эльдорадо	Контроль	33,2	9,4	19,0	115,1	7,3
	ТМТД	36,5	12,5	21,6	127,6	10,1
	ТМТД+Х	37,5	14,0	23,6	129,9	11,5
	ТМТД+Х+Н	39,3	14,6	24,0	131,3	12,4
<i>HCP₀₅</i>						<i>1,01</i>
Бірлік КВ	Контроль	31,5	9,3	17,4	134,3	7,4
	ТМТД	34,3	12,5	21,0	142,6	10,3
	ТМТД+Х	35,2	13,6	22,3	145,8	11,4
	ТМТД+Х+Н	37,0	14,3	23,5	146,0	12,7
<i>HCP₀₅</i>						<i>1,28</i>

При посеве 10–20 мая сорт Ивушка обеспечил фактическую урожайность 8,5 ц/га в контроле, в то время как обработка ТМТД увеличила её до 11,7 ц/га, вариант ТМТД+Х до 12,5 ц/га, а комплекс ТМТД+Х+Н до 13,2 ц/га. Аналогичные закономерности отмечены у сортов Эльдорадо и Бірлік КВ, где прибавка по отношению к контролю составила соответственно 3,0–4,3 и 3,1–4,3 ц/га.

При посеве 20–30 мая урожайность снижалась, но тенденция сохранялась отмеченные для первого срока сохранились. Для сорта Ивушка урожайность составила от 7,6 до 11,7 ц/га, для Эльдорадо – от 6,2 до 10,3 ц/га, для Бірлік КВ – от 6,5 до 10,4 ц/га (таблица 26).

Таблица 26 – Урожайность сортов сои

Сорт	Вариант	Фактическая урожайность, ц/га			Среднее за 3 года, ц/га	Отклонение от контроля +, -
		2021 г	2022 г	2023 г		
10–20 мая						
Ивушка	Контроль	5,9	9,1	10,7	8,5	-
	ТМТД	8,0	12,9	14,3	11,7	3,2
	ТМТД+Х	8,9	13,7	15,1	12,5	4,0
	ТМТД+Х+Н	9,5	14,5	15,6	13,2	4,7
НСР ₀₅		0,57	0,66	0,79		
Эльдорадо	Контроль	4,9	7,2	9,0	7,0	-
	ТМТД	7,0	11,0	12,0	10,0	3,0
	ТМТД+Х	7,8	11,5	13,0	10,7	3,7
	ТМТД+Х+Н	8,3	12,0	13,8	11,3	4,3
НСР ₀₅		0,38	0,53	0,50		
Бірлік КВ	Контроль	5,0	7,1	9,1	7,1	-
	ТМТД	7,0	10,9	12,8	10,2	3,1
	ТМТД+Х	8,5	11,2	13,3	11,0	3,9
	ТМТД+Х+Н	8,8	11,8	13,6	11,4	4,3
НСР ₀₅		0,47	1,01	0,83		
20–30 мая						
Ивушка	Контроль	5,4	8,2	9,3	7,6	-
	ТМТД	6,9	10,8	12,1	9,9	2,3
	ТМТД+Х	7,9	12,4	13,0	11,1	3,5
	ТМТД+Х+Н	8,5	13,0	13,7	11,7	4,1
НСР ₀₅		0,49	0,19	0,67		
Эльдорадо	Контроль	4,4	6,5	8,5	6,5	-
	ТМТД	5,7	9,7	10,6	8,6	2,1
	ТМТД+Х	7,0	10,6	11,7	9,7	3,2
	ТМТД+Х+Н	7,6	11,3	12,0	10,3	3,8
НСР ₀₅		0,25	0,61	0,39		
Бірлік КВ	Контроль	4,7	6,4	8,5	6,5	-
	ТМТД	5,8	9,7	10,5	8,7	2,2
	ТМТД+Х	7,5	10,8	11,6	9,9	3,4
	ТМТД+Х+Н	7,8	11,5	11,9	10,4	3,9
НСР ₀₅		0,59	0,63	0,45		

Анализ показателей элементов структуры урожая свидетельствует о том, что в варианте с обработкой семян препаратами ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% образовалось большее количество бобов и число семян с одного растения – 15,8 и 25,1 штук соответственно. Худшие результаты по этим же показателям получены на контрольном варианте без предпосевной обработки семян (Канапин и др., 2025b).

В ходе исследований выявлено, что при раннем сроке посева формируются более высокие показатели элементов структуры урожая, чем при более позднем сроке посева. Сорт сои Бірлік КВ в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана формирует наивысшие показатели по массе 1000

семян. Так, в среднем за 3 года он составил 136,3–147,1 грамм, что выше показателей сортов Ивушка и Эльдорадо.

Установлено, что количество бобов в среднем находилось на уровне 9,3–15,8 штук на 1 растение. Количество семян с одного боба в вариантах опыта, где проведена совместная обработка семян контактным фунгицидом ТМТД в.с.к., инокулянт для обработки семян Хайстик Соя и биопрепаратом Новосил 10%, было выше, чем на контрольном варианте, у всех сортов при посеве 10–20 мая. На этих же вариантах масса 1000 семян была также наибольшей.

Таким образом, фактическая урожайность сортов сои в среднем за годы исследования варьировала от 6,5 до 13,2 ц/га, достоверная прибавка к контролю отмечена в вариантах совместной предпосевной обработки семян – ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% и составила – 10,3 – 13,2 ц/га.

Изучение влияния сроков посева на урожай показало, что все сорта при посеве 10–20 мая сформировали максимальную урожайность семян, по сравнению с более поздними сроками 20–30 мая. Средняя урожайность сорта Ивушка при всех сроках посева выше, чем у сортов Бірлік КВ на 1,4–2,2 ц/га и Эльдорадо на 1,0–2,4 ц/га.

Сорта с различным периодом вегетации не одинаково реагировали на изменения условий выращивания. Эти различия были не только по уровню урожайности, но и по степени отзывчивости сортов на погодные условия. Так, сорт Ивушка при посеве 10–20 мая формирует стабильно высокий урожай, а вот сортам Бірлік КВ и Эльдорадо при посеве в третьей декаде мая, свойственна низкая продуктивность.

Анализ данных корреляционной связи между гидротермическим коэффициентом и основными агрономическими показателями сои позволяет выявить существенные закономерности адаптивного потенциала культуры в зависимости от условий влагообеспеченности. Установлено, что влияние ГТК на полевую всхожесть семян характеризуется умеренной и слабой положительной связью в диапазоне от 0,33 до 0,58, что объясняется высокой зависимостью начальных этапов онтогенеза не только от метеорологических факторов, но и от качества посевного материала и агротехнических условий. При этом наиболее стабильную среднюю связь ($r = 0,55-0,58$) по данному показателю демонстрирует сорт Эльдорадо вне зависимости от сроков посева. В отличие от всхожести, показатели выживаемости и урожайности растений обнаруживают тесную прямую зависимость от ГТК, коэффициенты корреляции по которым достигают высоких значений (от 0,78 до 0,98). Это свидетельствует о том, что уровень увлажнения в течение вегетации является критическим фактором, определяющим сохранность растений к уборке и их продуктивность. Особого внимания заслуживает урожайность, где отмечена максимальная степень сопряженности признаков, достигающая у сорта Бірлік КВ значений $r = 0,97-0,98$. Это указывает на то, что формирование биологического урожая данного сорта практически полностью детерминировано гидротермическими условиями. Сравнительный анализ сроков посева показывает, что при посеве в первой декаде мая связь

показателей выживаемости и урожайности с ГТК у большинства сортов несколько выше, чем при более позднем сроке, за исключением сорта Эльдорадо, проявившего максимальную отзывчивость ($r = 0,92-0,97$) при посеве 20-30 мая. Таким образом, полученные результаты математически подтверждают, что гидротермический режим территории является ведущим лимитирующим фактором для реализации потенциала урожайности и выживаемости сои, что необходимо учитывать при планировании сроков сева и прогнозировании валовых сборов культуры.

4.10 Качество семян сортов сои

Значимость сои состоит в том, что она за вегетационный период синтезирует два урожая – белка и жира. Белок сои представлен легкорастворимыми фракциями, в нем большое количество незаменимых аминокислот: лизина содержится в 9 раз больше, чем в белке пшеничной муки и в 2-3 раза больше, чем в белке гороха, нута, кормовых бобов. Соевый белок по биологической ценности не отличается от белка молока, рыбы, говядины, свинины, и не содержит холестерина. Из семян сои производят белковые продукты трех видов: концентраты, которые содержат до 70 % белка, изоляты – до 90 % белка и структурированные продукты – аналоги продуктов из мяса, которые не уступают натуральному по переваримости и питательности (Абитаев и др., 2020).

Содержание жира в семенах сои является одним из важнейших показателей их качества, определяющих не только питательную, но и хозяйственную ценность культуры. Оно наряду с такими жизненно необходимыми ненасыщенными жирными кислотами, как линоленовая, содержит высокоценный лецитин и природный витамин E_1 , представленный в высоком содержании токоферолов. Величина накопления масла в семенах сои зависит от комплекса факторов – условий влагообеспеченности, температуры воздуха в период налива семян, а также действия биологических и химических препаратов, влияющих на физиологические процессы растения. Масличные культуры при недостатке влаги и высокой температуре воздуха в фазу формирования семян не реализуют свой потенциальный уровень масличности, поскольку часть пластических веществ расходуется на поддержание жизнедеятельности растений, а синтез липидов подавляется (Купцов, 1933).

Как видно из данных таблицы 27, масличность и массовая доля белка семян сои характеризовались выраженной межгодовой вариабельностью, что отражено в значениях стандартного отклонения. У сорта Ивушка при сроке посева 10–20 мая средние значения масличности находились в пределах 20,1–20,6 %, тогда как при более позднем сроке посева (20–30 мая) данный показатель составлял 19,7–20,2 %. Аналогичный характер колебаний масличности отмечен и у сорта Эльдорадо. У сорта Бірлік КВ средние значения масличности в целом были несколько выше и составляли 21,1–22,1 % при раннем сроке посева и 20,5–21,0 % при позднем.

Массовая доля белка в семенах сои варьировала в пределах 39,5–42,2 % и также отличалась повышенной межгодовой изменчивостью. Для большинства сортов и сроков посева разброс значений белковости по годам превышал различия между вариантами предпосевной обработки семян.

Таблица 27 – Влияние сроков посева и предпосевной обработки семян на качество семян различных сортов сои (среднее за 2021–2023 гг.)

Вариант обработки	Масличность *М ± *SD, %	Массовая доля белка М ± SD, %
Ивушка, срок посева 10–20 мая		
Контроль	20,1 ± 1,55	41,0 ± 2,93
ТМТД	20,5 ± 0,45	41,0 ± 2,82
ТМТД+Х	20,5 ± 0,85	41,1 ± 2,92
ТМТД+Х+Н	20,6 ± 0,24	41,3 ± 3,04
Ивушка, срок посева 20–30 мая		
Контроль	19,7 ± 0,89	40,3 ± 2,02
ТМТД	20,0 ± 0,73	40,6 ± 2,67
ТМТД+Х	20,0 ± 0,94	40,4 ± 3,40
ТМТД+Х+Н	20,2 ± 1,21	40,8 ± 3,23
Эльдорадо, срок посева 10–20 мая		
Контроль	19,8 ± 0,50	40,2 ± 3,55
ТМТД	20,5 ± 0,69	40,3 ± 3,71
ТМТД+Х	20,0 ± 0,38	39,9 ± 4,28
ТМТД+Х+Н	21,0 ± 0,24	40,4 ± 3,70
Эльдорадо, срок посева 20–30 мая		
Контроль	20,2 ± 0,97	39,6 ± 3,44
ТМТД	20,4 ± 0,81	40,0 ± 3,15
ТМТД+Х	20,1 ± 0,82	39,5 ± 3,90
ТМТД+Х+Н	20,9 ± 0,91	40,2 ± 3,24
Бірлік КВ, срок посева 10–20 мая		
Контроль	21,1 ± 0,28	40,8 ± 0,77
ТМТД	22,0 ± 0,80	40,9 ± 1,77
ТМТД+Х	22,0 ± 1,03	40,0 ± 2,15
ТМТД+Х+Н	22,1 ± 1,42	42,2 ± 2,49
Бірлік КВ, срок посева 20–30 мая		
Контроль	20,5 ± 2,13	40,4 ± 2,49
ТМТД	20,7 ± 1,30	41,3 ± 2,23
ТМТД+Х	20,4 ± 2,14	40,7 ± 3,24
ТМТД+Х+Н	21,0 ± 2,01	42,0 ± 1,87
Примечание: М – среднее значение; SD – стандартное (среднеквадратическое) отклонение.		

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали, что влияние вариантов предпосевной обработки семян, сроков посева, а также их взаимодействия на показатели масличности и массовой доли белка семян статистически недостоверно. Выявленные различия носили вариационный характер и не выходили за пределы естественной межгодовой изменчивости изучаемых признаков.

Таким образом, в условиях проведённых исследований формирование показателей качества семян сои в большей степени определялось погодными условиями в период формирования урожая, тогда как эффект предпосевных обработок семян по масличности и массовой доле белка не имел статистически подтверждённого характера.

Наиболее высокие показатели содержания масла и массовой доли белка отмечены при использовании комплекса ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10%, особенно при более раннем сроке посева – 10–20 мая.

4.11 Экономическая эффективность применения обработки семян препаратами на разных сроках посева при фитосанитарной оптимизации посевов сортов сои

Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства определяется результатами хозяйственной деятельности, то есть соотношением между затратами и получаемой прибылью. Повышение эффективности основано на рациональном использовании трудовых и материальных ресурсов, улучшении качества и увеличении объёма продукции, получении устойчивого дохода. Основным показателем, характеризующим эффективность сельскохозяйственного производства, является рентабельность. Рост рентабельности – одна из главных задач производителей сельскохозяйственной продукции (Глызина & Щербаков, 2006).

Для всех сортов отмечается общая закономерность: наиболее высокая урожайность, чистая прибыль и рентабельность получены при раннем сроке посева (10–20 мая), тогда как при посеве 20–30 мая экономические показатели снижаются из-за уменьшения урожайности.

Сорт Ивушка показал наибольший экономический эффект. При обработке семян комплексом препаратов ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% урожайность достигала 13,2 ц/га, а рентабельность – до 157,2 %, что является максимальным показателем среди всех вариантов. Даже при более позднем сроке посева (20–30 мая) данный вариант сохранял высокую эффективность (рентабельность 124,3 %). Это указывает на устойчивость сорта и положительное влияние комплексной обработки.

Сорт Эльдorado имел более низкие показатели продуктивности и прибыли, однако также демонстрировал значительное улучшение при использовании комплексной обработки. При посеве 10–20 мая и варианте ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% рентабельность составляла 137,5 %. При позднем посеве этот показатель снижался до 109,9 %, что отражает высокую чувствительность сорта к срокам сева.

Сорт Бірлік КВ занимал промежуточное положение по экономическим показателям. Наиболее выгодным также оказался ранний срок посева с полной схемой обработки (ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10%), обеспечившей урожайность 11,4 ц/га и рентабельность 123,6 %. Поздний

посев снижал прибыльность на 16,8–59,2 %. В целом экономический анализ подтверждает, что оптимальное сочетание раннего срока посева и комплексной предпосевной обработки семян обеспечивает наибольшую рентабельность возделывания сои независимо от сортовых особенностей (таблица 28).

Таблица 28 – Экономическая эффективность (среднее за 3 года)

Срок посева	Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Выручка от прибавки, тг/га	Общие затраты, тг/га	Чистая прибыль, тг/га	Рентабельность, %
Ивушка							
10–20 мая	Контроль	8,5	-	-	-	-	-
	ТМТД	11,7	3,2	68320,0	33145,4	35174,6	106,2
	ТМТД+Х	12,5	4,0	85400,0	38951,6	46448,4	119,2
	ТМТД+Х+Н	13,2	4,7	100345,0	39010,8	61334,2	157,2
20–30 мая	Контроль	7,6	-	-	-	-	-
	ТМТД	9,9	2,3	49105,0	33145,4	15959,6	48,2
	ТМТД+Х	11,1	3,5	74725,0	38951,6	35773,4	91,8
	ТМТД+Х+Н	11,7	4,1	87535,0	39010,8	48524,2	124,3
Эльдорадо							
10–20 мая	Контроль	7,0	-	-	-	-	-
	ТМТД	10,0	3,0	63150,0	36591,2	26558,8	72,5
	ТМТД+Х	10,7	3,7	78995,0	38593,0	40402,0	104,6
	ТМТД+Х+Н	11,3	4,3	91805,0	38649,6	53155,4	137,5
20–30 мая	Контроль	6,5	-	-	-	-	-
	ТМТД	8,6	2,1	44835,0	33042,1	11792,9	35,6
	ТМТД+Х	9,7	3,2	68320,0	38593,0	29727,0	77,0
	ТМТД+Х+Н	10,3	3,8	81130,0	38649,6	42480,4	109,9
Бірлік KB							
10–20 мая	Контроль	7,1	-	-	-	-	-
	ТМТД	10,2	3,1	66185,0	33726,8	32458,2	96,2
	ТМТД+Х	11,0	3,9	83265,0	40968,6	42296,4	103,2
	ТМТД+Х+Н	11,4	4,3	91805,0	41042,7	50762,3	123,6
20–30 мая	Контроль	6,5	-	-	-	-	-
	ТМТД	8,7	2,2	46970,0	33726,8	13243,2	39,2
	ТМТД+Х	9,9	3,4	72590,0	40968,6	31622,0	77,1
	ТМТД+Х+Н	10,4	3,9	83265,0	41042,7	42222,3	102,8

Таким образом, наибольшая экономическая отдача достигается при раннем сроке посева (10–20 мая) и комплексной предпосевной обработке семян препаратами ТМТД, в.с.к., Хайстик Соя и Новосил 10%. Применение этих средств повышает урожайность на 3,0–4,7 ц/га по сравнению с контролем и увеличивает чистую прибыль и рентабельность до двух раз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. В посевах сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана выявлен комплекс болезней различной этиологии. Наиболее распространёнными оказались фузариоз, альтернариоз, антракноз, септориоз. Основными возбудителями корневых инфекций являлись *Fusarium oxysporum* и *F. proliferatum*, подтверждённые молекулярной идентификацией (ITS, TUB2, TEF-1 α). В отдельные годы на корнях отмечались *Pythium* sp. и вторично развивавшаяся *Alternaria* sp., не оказывавшая существенного влияния на фитосанитарное состояние. Среди листостебельных инфекций преобладал альтернариоз, возбудителями которого являлись *A. tenuissima* и *A. destruens*. Развитие болезней определялось погодными условиями: в тёплые и влажные годы (ГТК 1,1–1,4) наблюдалась их активизация, тогда как в засушливые (ГТК 0,7–0,8) распространённость снижалась.

2. Степень поражения растений болезнями зависела от сортовых особенностей. Сорт Бірлік КВ проявил относительную устойчивость к фузариозной коревой гнили, сорт Ивушка отличался слабым развитием фузариоза, тогда как у Эльдорадо поражение корней было более выраженным. По листостебельным инфекциям наименьшее развитие альтернариоза, септориоза и антракноза отмечено у сорта Ивушка, умеренная восприимчивость – у Бірлік КВ, тогда как Эльдорадо характеризовался повышенной чувствительностью. В целом выявлены чёткие сортовые различия по устойчивости к основным фитопатогенам.

3. Применение химических и биологических препаратов существенно снижало фитопатогенную нагрузку. Протравитель ТМТД, в.с.к. эффективно защищал растения от первичного заражения, однако по мере роста отмечалось постепенное распространение фузариозной гнили листостебельных болезней. Сочетание ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя усиливало защитное действие, снижая развитие болезни на 35–40 % по сравнению с контролем. Наибольший эффект достигнут при комплексном применении ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10%, где поражённость растений грибными инфекциями уменьшалась на 40–50 %.

4. Формирование элементов структуры урожая определялось сортом, сроками посева и средствами защиты. При раннем посеве (10–20 мая) формировались более развитые растения с большим числом бобов и семян, что обеспечивало преимущество по урожайности. Обработка семян ТМТД, в.с.к. повышала выравненность и густоту стояния, а добавление Хайстик Соя и Новосил 10% способствовало лучшему развитию корневой системы и формированию генеративных органов. Комплексная обработка обеспечивала максимальные значения массы 1000 семян и количества бобов. Качество семян зависело от сроков посева и применяемых средств: содержание масла и массовая доля белка повышалась при раннем сроке посева (ГТК 1,1–1,2). В

вариантах ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% содержание масла превышало контроль на 0,5–1,2% и массовая доля белка на 0,2–1,6%.

5. Экономический анализ показал, что наибольшая эффективность достигается при комплексной предпосевной обработке семян препаратами ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10% у раннеспелого сорта Ивушка, обеспечивающей максимальные показатели урожайности, чистой прибыли и рентабельности. Применение данной схемы повышало рентабельность производства по сравнению с контролем более чем в 1,5–2 раза. Наиболее экономически выгодным оставался ранний срок посева (10–20 мая), при котором наблюдалось оптимальное сочетание затрат и урожайности.

Предложения производству. Для повышения урожайности и качества семян разных по скороспелости сортов сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана с неустойчивым увлажнением при оптимизации фитосанитарного состояния посевов рекомендуется против семенных и почвенных фитопатогенов обработать семенной материал комплексом препаратов: ТМТД, в.с.к. с нормой расхода 8 л/т за 3–5 дней до посева, Новосил 10% с нормой расхода 50 мл/т в день посева и Хайстик Соя с нормой расхода 4 кг/т заблаговременно перед посевом. Для получения наибольшей урожайности, высокого качества и экономического эффекта от применения препаратов посев сои осуществлять в ранние сроки – 10–20 мая, при котором достигается максимальное увеличение показателей эффективности. Высеивать раннеспелый сорт Ивушка, обеспечивающий урожайность семян на уровне 11,7–13,2 ц/га с рентабельностью 124,3–157,2%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Әшірбеков, М. Ж., Малицкая, Н. В., Такенова, Д. Е., Пучкова, С. Ю., & Аужанова, М. А. (2023). Солтүстік Қазақстанда майбұршақ дақылдарына бактериялық препараттарды қолдану. *Исследования, результаты*, 2(98), 121–132.
- 2 Сүлейменова, Г. Т., & Ахметова, С. Т. (2015). Солтүстік Қазақстанда атмосфералық құрғақшылықтың климаттық жағдайлары. *Journal of Geography and Environmental Management*, 40(1).
- 3 Абитаев, Ф. К., Григорчук, Н. Ф., Байкунирова, А. К., & Журба, Е. А. (2020). *Морфологические и идентификационные признаки сои: Научно-практическое пособие* (66 с.). Усть-Каменогорск: ТОО «Опытное хозяйство масличных культур».
- 4 Астахов, А. П. (2001). *Блюда из сои*. Современное слово.
- 5 Афонин, Н. М., Бабич, Н. Н., & Алёхин, Л. В. (2009). *Практикум по растениеводству* (сс. 145–146). Мичуринск: Издательство Мичуринского государственного агроуниверситета.
- 6 Борисюк, Н. К., Солдатова, Л. А., & Масюкова, Т. Г. (2017). Экономическая эффективность предприятия: понятие, способы определения, особенности повышения. *Интеллект. Инновации. Инвестиции*, 8, 14–19.
- 7 Бурляева, М. О., & Малышев, Л. Л. (2001). Структура изменчивости морфологических и хозяйственных признаков у сои разного кормового использования. *Генетические ресурсы культурных растений: Материалы международной научно-практической конференции* (сс. 226–228). Санкт-Петербург.
- 8 Бурляева, М. О., & Малышев, Л. Л. (2013). Применение факторного и дискриминантного анализа для оценки исходного материала сои по урожайности зеленой массы и дифференциации сортов по направлениям использования. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*, 173, 55–67.
- 9 Бутовец, Е. С. (2011). Оценка сортов сои в экологическом испытании. *Земледелие*, 6, 38–39.
- 10 Велижанских, Л. В. (2011). Элементы технологий возделывания сои в северной лесостепи Тюменской области. *Аграрный вестник Урала*, 6, 6–7.
- 11 Власенко, Н. Г., & Коротких, Н. А. (2012). Плюсы и минусы агротехнического метода защиты растений. *Защита и карантин растений*, 2, 16–19.
- 12 Гаврилин, Д. С. (2015). *Влияние сроков сева на производство семян сортов сои отечественной и зарубежной селекции в условиях Северо-Восточной части ЦЧР* (Диссертация кандидата сельскохозяйственных наук).
- 13 Гвалдова, В. В., & Дурнев, Г. И. (2015). История происхождения сои. *Научный журнал молодых ученых*, 1(4), 37–38.

- 14 Глызина, Л. А., & Щербаков, А. В. (2006). *Повышение эффективности сельскохозяйственного производства Иркутской области* (с. 90). Иркутск: ИрГСХА.
- 15 Гончаров, С. В., & Кипшакбаева, Г. А. (2023). Перспективы развития сортимента сои в Республике Казахстан. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 4 (48), 34–41.
- 16 ГОСТ 10846–91. (1991). *Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка*. Москва: Издательство стандартов.
- 17 ГОСТ 10857–64. (1964). *Семена масличные. Метод определения масличности*. Москва: Издательство стандартов.
- 18 ГОСТ 12038–84. (1984). *Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести*. Межгосударственный стандарт. Москва: Издательство стандартов.
- 19 ГОСТ 12042–80. (1980). *Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян*. Москва: Издательство стандартов.
- 20 Дега, Л. А., & Бутовец, Е. С. (2011). Выделение источников устойчивости сои к грибным заболеваниям в условиях муссонного климата Приморья. *Вестник ДальГАУ*, 17, 9–13.
- 21 Дидоренко, С. В., Сагитов, А. О., & Кудайбергенов, М. С. (2014). Основные заболевания на посевах сои и методы борьбы с ними. *Агроалем*, 8(61), 42–46.
- 22 Дидоренко, С. В., & Кудайбергенов, М. С. (2013). Селекция ультраскороспелых сортов сои для северных и восточных регионов Республики Казахстан. In *Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов* (pp. 69–74). Саратов: ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии.
- 23 Затыбеков, А. К. (2019). *Оценка генетического разнообразия сои для повышения устойчивости к наиболее опасным грибковым болезням в условиях юго-востока Казахстана* (Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD), Казахский национальный аграрный университет). Алматы.
- 24 Затыбеков, А. К., Иванова, Н. Н., Петров, А. А., & Сидоров, В. В. (2018). Анализ мировой коллекции сои на устойчивость к церкоспорозу и пурпурному церкоспорозу в условиях юго-востока Казахстана. *Второй Международный форум «Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России»* (с. 56–59).
- 25 Затыбеков, А., Абугалиева, С., Дидоренко, С., Гениевская, Я., & Ермагамбетова, М. (2023). Полногеномный анализ ассоциации устойчивости к пепельной гнили сои, выращенной в Казахстане. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 27(6), 565–571.
- 26 Зеленцов, С. В. (2006). Современное состояние систематики культурной сои *Glycine max* (L.) Merrill. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*, 1(134), 34–48.

- 27 Золотарева, Е. Л., Иванова, Н. Н., Петров, А. А., & Сидоров, В. В. (2023). Анализ современного состояния и прогноз мирового и отечественного производства сои. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 9, 262–267.
- 28 Кадыров, С. В., & Федотов, В. А. (2005). *Технологии программированных урожаев в ЦЧР: Справочник* (544 с.). Воронеж.
- 29 Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства. (2022). *Отечественная селекция сои в годы независимости Казахстана как основа продовольственной безопасности страны*. <https://kazniizr.kz/otechestvennaya-seleksiya-soi-v-gody-nezavisimosti-kazahstana-kak-osnova-prodovolstvennoj-bezopasnosti-strany/>
- 30 Канапин, Ч. Б., Мусынов, К. М., Тахсин, Н., Утельбаев, Е. А., & Тлеппаева, А. А. (2023). Оценка устойчивости сортов сои к возбудителю фузариоза, распространённого в условиях Северного Казахстана. *Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: Междисциплинарный*, 4, 80–88. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.4\(119\).1545](https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.4(119).1545)
- 31 Канапин, Ч. Б., Утельбаев, Е. А., Мусынов, К. М., & Нуреттин, Т. (2025b). Урожайность и элементы структуры урожая сортов сои при разных сроках посева и обработке семян препаратами. *Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: Междисциплинарный*, 3, 166–175. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.3\(127\).2026](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2026)
- 32 Канапин, Ч. Б., Утельбаев, Е., Мусынов, К., & Тахсин, Н. (2025a). Выявление *Alternaria destruens* на сое в лесостепной зоне Северного Казахстана и идентификация гриба. *Izdenister natigeler*, 2, 345–354. <https://doi.org/10.37884/2-2025/34>
- 33 Канокова, М. А. (2021). Анализ эффективности применения программных и робототехнических комплексов для защиты посадок сельскохозяйственных культур от болезней, вредителей и сорной растительности. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*, 6(104), 126–136.
- 34 Кашеваров, Н. И., Солощенко, В. А., Васянин, Н. И., & Лях, А. А. (2004). *Соя в Западной Сибири*. Новосибирск.
- 35 Кершанская, О. И., Иванова, Н. Н., Петров, А. А., & Сидоров, В. В. (2015). Повышение природной устойчивости сои к болезням путем генетической инженерии фенилпропаноидного цикла: молекулярная детекция трансгенных растений. *Биотехнология: теория и практика*, 1, 35–47.
- 36 Кипшакбаева, Г. А., Иванова, Н. Н., Петров, А. А., & Сидоров, В. В. (2022). Изучение и создание исходного материала сои в условиях Северного Казахстана. *Аграрный вестник Урала*, 2(217), 40–47.
- 37 Кобызева, Л. Н., & Безуглая, О. Н. (2009). Видовое разнообразие зерновых бобовых культур в национальном центре генетических ресурсов

растений Украины и его значение для селекционной практики. *Генетичні ресурси рослин*, 7, 9–21.

38 Койшыбаев, М., & Муминджанов, Х. (2016). *Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур*. Методические указания ФАО, Анкара.

39 Кривошлыков, К. М., Рощина, Е. Ю., & Козлова, С. А. (2016). Анализ состояния и развития производства сои в мире и России. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*, 3(167), 64–69.

40 Кузьмин, А. А. (2023). Особенности распространения заболеваний сои на территории Амурской области. *Дальневосточный аграрный вестник*, 17(2), 31–44.

41 Купцов, А. И. (1933). Основы полевой культуры масличных растений (сс. 134–144). М.–Л.: ОГИЗ.

42 Курилова, Д. А. (2010). Вредоносность фузариоза сои в зависимости от степени поражения растений. *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*, 2(144–145), 84–89.

43 Курилова, Д. А., & Бушнева, Н. А. (2023). Оценка комплексной обработки семян сои фунгицидами и инокулянтom. *Масличные культуры*, 3(195), 76–82.

44 Курилова, Д. А., & Пустовойта, В. С. (2023). Эффективность лабораторных образцов биопрепаратов в отношении семенной инфекции сои. *Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата* (сс. 97–100).

45 Лукомец, В. М., Бочкарёв, Н. И., Тишков, Н. М., и др. (2019). Защита сои. *Защита и карантин растений*, 1, 37–76.

46 Мауи, А. А., Ануарова, Л. Е., & Айтжанова, М. О. (2018). Обеззараживание семян сои — обязательное мероприятие. *Новости науки Казахстана*, 2, 175–183.

47 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. (2002). Под ред. С. О. Скокбаева. Алматы.

48 Момбекова, Г. А., Шемшура, О. Н., Сейтбатталова, А. И., Айтхожина, Н. А., & Бекмаханова, Н. Е. (2013). Фитопатогены сахарной свеклы и сои, возделываемых в почвенно-климатических условиях Алматинской области. *Вестник НАН РК*, 4, 8.

49 Мусынов, К. М., Утельбаев, Е. А., & Канапин, Ч. Б. (2022). Полевая устойчивость сортов сои к альтернариозу в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана. *Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: Молодежь и наука – взгляд в будущее»*, 1(2), 238–240.

50 Овсянкина, С. В., Хижняк, С. В., Чураков, А. А., Аболенцева, П. А., Серебренников, Ю. И., & Васильев, Е. А. (2024). Распространенность семенной инфекции сои в Красноярском крае. *Плодородие*, 6(141), 84–88.

- 51 Омельянюк, Л. В., & Асанов, А. М. (2013). Продуктивность сортов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СибНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода. *Достижения науки и техники АПК*, 5, 17–20.
- 52 Положиева, Ю. В., & Дубовицкая, Л. К. (2015). Оценка сортов сои на пораженность комплексом возбудителей корневой гнили. *Дальневосточный аграрный вестник*, 3, 35–38.
- 53 Попов, Ю. В. (2011). Метод оценки развития корневых гнилей зерновых культур. *Защита и карантин растений*, 8, 45–47.
- 54 Посыпанов, Г. С. (2007). *Соя в Подмосковье: Сорта северного экотипа для Центрального Нечерноземья и технологии их возделывания*. Москва.
- 55 Посыпанов, Г. С., Долгодворов, В. Е., & Коренев, Г. В. (1997). *Растениеводство* (с. 225–229). Москва: Колос.
- 56 Семеренко, С. А. (2015). Экология и защита растений. *Масличные культуры*, 4(164), 103–137.
- 57 Сеньковский, Е. О., & Крупенько, Н. А. (2024). Основные листостебельные болезни сои, их биологические особенности развития и вредоносность (обзор литературы). *Защита растений*, 1(48), 158–174.
- 58 Сидорик, И. В., & Зинченко, А. В. (2018). Значение сои в земледелии Казахстана. *Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*, 2(174), 75–78.
- 59 Синеговский, М. О. (2024). Соя как инструмент компенсации дефицита белка (исторический аспект). *Агронаука*, 2(1), 16–22.
- 60 Соколова, Л. М., Егорова, А. А., Терешонкова, Т. А., & Алексеева, К. Л. (2014). Ускоренный метод выделения в чистую культуру и характеристика грибов р. *Fusarium*, поражающих морковь столовую. *Селекция и семеноводство овощных культур*, 45, 496–501.
- 61 Ступин, А. С. (2014). *Основы семеноведения* (с. 98–110). Лань.
- 62 Султанова, Н. Ж., и др. (2019). Фитоэкспертиза и разработка защитно-стимулирующих составов для оздоровления семян сои и оценка их эффективности в полевых условиях в Алматинской области. *Известия Ошского технологического университета*, 3, 31–40.
- 63 Толмачев, М. В., & Синеговская, В. Т. (2009). Влияние технологических приемов возделывания на фотосинтетическую деятельность и продуктивность сортов сои. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 12, 5–8.
- 64 Толоконников, В. И., & Исупова, О. (2005). Своя соя. *Приусадебное хозяйство*, 12, 30–32.
- 65 Уразалиев, К. Р., Абекова, А. М., & Базылова, Т. А. (2014). Морфогенез и регенерация линий сои устойчивых к патогенам корневой гнили, полученных на основе соматоклональной вариации = Соматоклональді вариация негізінде алынған түбірлік шіріндісінің патогендеріне тұрақты соя

линияларының регенерациясы мен морфогенезі. *KazNU Bulletin. Ecological Series*, 40(1/2).

66 Филатов, В. И., Баздырев, Г. И., & Объедков, А. А. (2003). *Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства* (сс. 282–285). Москва: КолосС.

67 Чекмарев, П. А., & Артюхов, А. И. (2011). Рациональные подходы к решению проблемы белка в России. *Достижения науки и техники АПК*, 6, 5–8.

68 Шемшура, О. Н., Иванова, Н. Н., & Петров, А. А. (2015a). Влияние растительных экстрактов на морфологию различных патогенов сои. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 3–4, 17–19.

69 Шемшура, О. Н., Иванова, Н. Н., & Петров, А. А. (2015b). Основные возбудители болезней томатов и сои грибной этиологии в Казахстане и их биоконтроль с помощью комплекса биологически активных веществ *Monarda citriodora* (Lamiaceae Lindl.).

70 Adamov, A. A., Antonenko, V. V., Dovgilevich, A. V., & Zubkov, A. V. (2024). The use of plant growth regulators to increase the effectiveness of fungicides in soybean crops. *BIO Web of Conferences*, 139, 05010. EDP Sciences.

71 Arias, M. M. D., Leandro, L. F., & Munkvold, G. P. (2013). Aggressiveness of *Fusarium* species and impact of root infection on growth and yield of soybeans. *Phytopathology*, 103(8), 822–832. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-12-0207-R>

72 Arumuganathan, K., & Earle, E. D. (1991). Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant Molecular Biology Reporter*, 9(3), 208–219. <https://doi.org/10.1007/BF02672069>

73 Baisholanov, S., Akshalov, K., Mukanov, Y., Zhumabek, B., & Karakulov, E. (2024). Agro-climatic zoning of the territory of Northern Kazakhstan for zoning of agricultural crops under conditions of climate change. *Climate*, 13(1), 3.

74 Barnes, C. W., & Szabo, L. J. (2007). Detection and identification of four common rust pathogens of cereals and grasses using real-time polymerase chain reaction. *Phytopathology*, 97(6), 717–727.

75 Barros, G. G., Oviedo, M. S., Ramirez, M. L., & Chulze, S. N. (2011). Safety aspects in soybean food and feed chains: Fungal and mycotoxins contamination. In T.-B. Ng (Ed.), *Soybean – Biochemistry, chemistry and physiology*. IntechOpen.

76 Belobrajdic, D. P., James-Martin, G., Jones, D., & Tran, C. D. (2023). Soy and gastrointestinal health: A review. *Nutrients*, 15(8), 1959. <https://doi.org/10.3390/nu15081959>

77 Berdimuratova, K. T., Amirgazin, A. O., Kuibagarov, M. A., Lutsay, V. B., & Mukanov, K. K. (2020). Optimization of PCR purification using silica-coated magnetic beads. *Eurasian Journal of Applied Biotechnology*, 2020(1).

78 Blum, L. E. B., Silva, J. A., Oliveira, M. P., & Santos, R. F. (2025). Effects of sowing date and fungicide application schemes on soybean rust severity

and grain yield. *Revista Caatinga*, 38, e12566. <https://doi.org/10.1590/1983-21252025v38i2566rc>

79 Boiarskaia, A. I., Smirnov, V. P., Kolesnikov, D. A., & Fedorov, I. N. (2020). History of development of soybean production in the Amur Region and Far East District in the USSR. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 548(2), 022079. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/2/022079>

80 Borah, M., & Deb, B. (2022). Fungi causing leaf spot diseases of soybean: Their epidemiology and integrated management strategies. *International Journal of Economic Plants*, 9(1), 88–94.

81 Borges, N. O., da Silva Solino, A. J., Franscischini, R., Campos, H. D., Oliveira, J. S. B., & Schwan-Estrada, K. R. F. (2022). Induction of soybean resistance mechanisms to anthracnose by biocontrol agents. *Revista Caatinga*, 35(2), 265–275. <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n203rc>

82 Bouffleur, T. R., Silva, A. C. F., Debona, D., Dias, N. D., Tessmann, D. J., & Ceresini, P. C. (2021). Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects. *Molecular Plant Pathology*, 22(4), 393–409. <https://doi.org/10.1111/mpp.13036>

83 Brown, M. T., Mueller, D. S., Kandel, Y. R., & Telenko, D. E. (2023). Influence of integrated management strategies on soybean sudden death syndrome (SDS) root infection, foliar symptoms, yield and net returns. *Pathogens*, 12(7), 913.

84 Brown, M. T., Shim, S., Da Silva, C. R., Waibel, K. G., & Telenko, D. E. (2024). Assessing foliar fungicides for soybean disease management and yield in Indiana. *Plant Health Progress*, 25(1), 43–48.

85 Bustamante-Rangel, M., Delgado-Zamarreño, M. M., Pérez-Martín, L., Rodríguez-Gonzalo, E., & Domínguez-Álvarez, J. (2018). Analysis of isoflavones in foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(2), 391–411.

86 Cai, G., Schneider, R. W., & Padgett, G. B. (2009). Assessment of lineages of *Cercospora kikuchii* in Louisiana for aggressiveness and screening cultivars for resistance to *Cercospora* leaf blight. *Plant Disease*, 93(8), 868–874. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-9-0868>

87 Camargos, T., Silva, R., Oliveira, L., & Pereira, M. (2019). The effect of soil volume, plant density and sowing depth on soybean seedlings characters. *Agronomy Science and Biotechnology*, 5(2), 47–47.

88 Castro, L. H. S., Figueiro, A. A., Nogueira, A. P. O., Clough, S. J., & Juliatti, F. C. (2016). Resistance of soybean genotypes to *Sclerotinia sclerotiorum* isolates in different incubation environments. *Genetics and Molecular Research*, 15(4), gmr15049061.

89 Chandra, S., Choudhary, M., Bagaria, P. K., Nataraj, V., Kumawat, G., Choudhary, J. R., & Ratnaparkhe, M. B. (2022). Progress and prospectus in genetics and genomics of *Phytophthora* root and stem rot resistance in soybean (*Glycine max* L.). *Frontiers in Genetics*, 13, 939182. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.939182>

- 90 Chen, G., Jiang, F., Zhang, S., Zhang, Q., Jiang, G., Gao, B., & Zhao, X. (2025). Potential crop yield gains under intensive soybean/maize intercropping in China. *Plant and Soil*, 506(1), 275–290. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06423-7>
- 91 Chen, S., Liu, Z., Chang, Z., Zheng, Y., Wang, X., Li, N., ... Liu, X. (2025). Exploring fungicide sensitivity in soybean stem blight pathogen *Diaporthe longicolla*, emphasizing genetic variability impact on response to SDHI fungicides fluopyram and pydiflumetofen. *Journal of Fungi*, 11(4), 292.
- 92 Childs, S. P., Buck, J. W., & Li, Z. (2018). Breeding soybeans with resistance to soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*). *Plant Breeding*, 137(3), 250–261. <https://doi.org/10.1111/pbr.12595>
- 93 Cooper, R. L. (1977). Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed-free conditions. *Agronomy Journal*, 69(1), 89–92.
- 94 DeJournett, H., White, M., & Welden, M. (2023). *Effects of planting depth of soybean (Glycine max) on growth and development* [Poster presentation, Murray State University]. Murray State University.
- 95 Dev, M., Dev, V., Singh, K. P., & Singh, V. K. (2025). Soybean sudden death syndrome: Fungal etiology, pathogenesis, and management. In *Soybean production technology: Crop pests and diseases* (pp. 255–272). Springer Nature Singapore.
- 96 De Maria, M., Robinson, E. J., Kangile, J. R., Kadigi, R., Dreoni, I., Couto, M., Howai, N., Peci, J., & Fiennes, S. (2020). *Global soybean trade: The geopolitics of a bean*. UKRI GCRF TRADE Hub. <https://doi.org/10.34892/7yn1-k494>
- 97 Didorenko, S. V., Kabylbekova, G. K., Kassenov, R. Z., Dalibaeva, A. M., Andrambayeva, N. S., & Derbush, S. N. (2023). Pre-sowing seed treatment of soybean seeds as approach to increase crop yield. *Fundamental and Experimental Biology*, 111(3), 49–56.
- 98 Didorenko, S., Abugalieva, S., Genievskaia, Y., Zatybekov, A., & Yermagambetova, M. (2025). Current status of oilseed crops in the Republic of Kazakhstan. *OCL*, 32, 17. <https://doi.org/10.1051/ocl/2025017>
- 99 Didur, I. M., Ivanov, P. P., Petrenko, A. A., & Shevchenko, N. N. (2024). Study of varietal technology of soybean growing in the conditions of climate change. *Український журнал природничих наук*, 9, 150–158.
- 100 Elmurod, U. (2025). Diseases of soybean plants. *Asian Journal of Intensive Agriculture and Biodiversity*, 1(1), 13–17.
- 101 Emerson, M., & Faske, T. R. (2024). Evaluation of foliar fungicides for frogeye leaf spot control and yield protection in soybean in Arkansas. *Crop Protection*, 178, 106572.
- 102 Ershad, D. (2009). *Fungi of Iran* (3rd ed., 531 pp.). Iranian Research Institute of Plant Protection.
- 103 European Commission. (2018). *Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the development of plant proteins in the*

- European Union (COM(2018) 757 final). Brussels: European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52018DC0757>
- 104 Fehr, W. R., & Caviness, C. E. (1979). *Stages of soybean development* (12 p.). Cooperative Extension Service, Iowa State University, Ames, Iowa.
 - 105 Ferraz de Toledo, J. F., Alves de Almeida, L., de Souza Kiihl, R. A., Carrao Panizzi, M. C., Kaster, M., Miranda, L. C., & Menosso, O. G. (1994). Genetics and breeding. In *Tropical soybean improvement and production* (pp. 19–36). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
 - 106 Fordoński, G., Okorski, A., Olszewski, J., Dąbrowska, J., & Pszczółkowska, A. (2023). The effect of sowing date on the growth and yield of soybeans cultivated in north-eastern Poland. *Agriculture*, 13(12), 2199. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122199>
 - 107 Frare, I. C., Garcia, L. C., Martins, M. A., Melo, M. H., Carneiro, R. P., & Inagaki, T. M. (2025). Efficacy of air-assist technology and auxiliary boom for fungicide application in soybean fields. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 47, e72060.
 - 108 Goellner, K., Loehrer, M., Langenbach, C., Conrath, U., Koch, E., & Schaffrath, U. (2010). *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. *Molecular Plant Pathology*, 11(2), 169–177. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2009.00589.x>
 - 109 Guo, B., Xu, Y., Li, S., Jiang, L., Sleper, D. A., Nguyen, H. T., ... Carter, T. E. (2022). Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(11), 4095–4121. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9>
 - 110 Hale, B., Brown, E., & Wijeratne, A. (2023). An updated assessment of the soybean–*Phytophthora sojae* pathosystem. *Plant Pathology*, 72(5), 843–860. <https://doi.org/10.1111/ppa.13713>
 - 111 Hartman, G. L., West, E. D., & Herman, T. K. (2011). Crops that feed the world 2. Soybean—worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Security*, 3, 5–17. <https://doi.org/10.1007/s12571-010-0108-x>
 - 112 Hartman, G. (2005). Breeding for resistance to soybean rust. *Plant Disease*, 89(6), 664–666. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0664>
 - 113 Hassani, A., Azapagic, A., & Shokri, N. (2021). Global predictions of primary soil salinization under changing climate in the 21st century. *Nature Communications*, 12, 6663.
 - 114 Hershman, D. E. (2012). *Downy mildew of soybeans (Plant Pathology Fact Sheet No. PPFS-AG-S-03)*. University of Kentucky, College of Agriculture, Plant Pathology Extension.
 - 115 He, J., Chen, Y., Zhang, M., Qiu, Y., Zhou, H., & Li, M. (2026). Current perspectives on improving soybean performance on saline-alkaline lands. *New Crops*, 3, 100079.
 - 116 Hossain, M. M., Sultana, F., Yesmin, L., Rubayet, M. T., Abdullah, H. M., Siddique, S. S., & Yamanaka, N. (2024). Understanding *Phakopsora pachyrhizi* in soybean: Comprehensive insights, threats, and interventions from the

- Asian perspective. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1304205. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1304205>
- 117 Hymowitz, T. (1970). On the domestication of the soybean. *Economic Botany*, 24(4), 408–421. <https://doi.org/10.1007/BF02860745>
- 118 Hymowitz, T. (2008). The history of the soybean. In G. Stacey (Ed.), *Soybeans* (pp. 1–31). AOCS Press. <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-64-6.50004-4>
- 119 Hymowitz, T., & Newell, C. A. (1981). Taxonomy of the genus *Glycine*, domestication and uses of soybeans. *Economic Botany*, 35(3), 272–288. <https://doi.org/10.1007/BF02859119>
- 120 Jasnic, S. M., Marjanovic, Z. S., Vidic, M. B., Bagi, F. F., Budakov, D. B., Pavlovic, S. D., & Stojsin, V. B. (2011). Pathogenic, morphological, and molecular characteristics of *Alternaria tenuissima* from soybean. *Proceedings of the Natural Sciences, Matica Srpska Novi Sad*, 120, 181–194.
- 121 Jasnic, S. M., Vidic, M. B., Bagi, F. F., & Dordevic, V. B. (2005). Pathogenicity of *Fusarium* species in soybean. *Proceedings of the Natural Sciences, Matica Srpska Novi Sad*, 109, 113–121.
- 122 Jayachandran, M., & Xu, B. (2019). An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chemistry*, 271, 362–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.158>
- 123 Ji, P., Bao, Y., Zhou, H., Pei, Y., Song, W., Ou, K., ... Dou, D. (2025). Blocking the isoflavone chemoreceptor in *Phytophthora sojae* to prevent disease. *Science Advances*, 11(2), eadt0925.
- 124 Kazhydromet. (2025). *Обзор об особенностях климата на территории Казахстана: 2024*. Республиканское государственное предприятие «Казгидромет», Астана.
- 125 Kelly, L. A., Ahmad, A., Dahanayaka, B. A., Dearnaley, J. D., Vaghefi, N., & Kiss, L. (2024). *Glycine tabacina*, native to Australia, is an alternate host of *Erysiphe diffusa* causing powdery mildew on soybean. *Plant Pathology*, 73(9), 2528–2536. <https://doi.org/10.1111/ppa.13971>
- 126 Khojely, D. M., Ibrahim, S. E., Sapey, E., & Han, T. (2018). History, current status, and prospects of soybean production and research in sub-Saharan Africa. *The Crop Journal*, 6(3), 226–235. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2018.03.006>
- 127 Kipshakbayeva, G., Zargar, M., Rysbekova, A., Ashirbekova, I., Tleulina, Z., Amantayev, B., & Nejad, M. S. (2024). Assessment of the genetic parameters of soybean genotypes for precocity and productivity in the various cultivation conditions. *Heliyon*, 10(16).
- 128 Klimek-Kopyra, A., Skowera, B., Dacewicz, E., Boligłowa, E., Kulig, B., & Znój, K. (2024). Occurrence of diseases and seed yield of early maturing soybean cultivars grown under the conditions of Central Europe. *Agronomy*, 14(3), 534. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030534>
- 129 Koza, M., Funk, R., Pöhlitz, J., Conrad, C., Shibistova, O., Meinel, T., Schmidt, G. (2024). Wind erosion after steppe conversion in Kazakhstan. *Soil and Tillage Research*, 236, 105941.

- 130 Kusainova, A. A., Chistyakova, G. N., & Zhangozhina, G. M. (2025). The impact of intensified aridization caused by moisture deficit on the productivity of grain crops in Northern Kazakhstan. *Research in Ecology*, 7(3), 199–211. <https://doi.org/10.30564/re.v7i3.10487>
- 131 Lavilla, M., Ivancovich, A., & Díaz-Paleo, A. (2022). Diagrammatic scale for assessment the severity of Cercospora leaf blight on soybean (Glycine max) leaflets. *Agronomía Mesoamericana*, 33, e43338.
- 132 Linnaeus, C. (1754). *Genera plantarum* (5th ed.). Impensis Laurentii Salvii.
- 133 Lin, F., Chhapekar, S. S., Vieira, C. C., Da Silva, M. P., Rojas, A., Lee, D., & Nguyen, H. T. (2022). Breeding for disease resistance in soybean: A global perspective. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(11), 3773–3872. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04101-3>
- 134 Lin, H. A., Villamil, M. B., & Mideros, S. X. (2021). Characterization of *Septoria* brown spot disease development and yield effects on soybean in Illinois. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43(1), 62–72.
- 135 Liu, J., Cui, W., Zhao, Q., Ren, Z., Li, L., Li, Y., & Ding, J. (2025). Identification, characterization, and chemical management of *Fusarium asiaticum* causing soybean root rot in Northeast China. *Agronomy*, 15(2), 388. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020388>
- 136 Luo, W., Li, Y., Luo, R., Wei, G., Liu, Y., & Chen, W. (2023). Dodder parasitism leads to the enrichment of pathogen *Alternaria* and flavonoid metabolites in soybean root. *Agronomy*, 13(6), 1571. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061571>
- 137 Matthiesen, R. L., Robertson, A. E., & Mideros, S. (2021). Comparison of *Phytophthora sojae* populations in Iowa and Nebraska to identify effective *Rps* genes for *Phytophthora* stem and root rot management. *Plant Health Progress*, 22(3), 300–308. <https://doi.org/10.1094/PHP-02-21-0016-FI>
- 138 Maui, A. A., & Aipeissova, S. A. (2020). Blight – a little-known disease of soy in Kazakhstan. *Journal of Agriculture and Environment*, 1(13), 25–28.
- 139 Maui, A. A., & Roik, N. (2020). Quarantine soy diseases in Kazakhstan. *Bulletin of the M. Kozybayev North Kazakhstan University*, 4(49), 110–122.
- 140 Mena, E., Stewart, S., Montesano, M., & Ponce de León, I. (2024). Current understanding of the *Diaporthe/Phomopsis* complex causing soybean stem canker: A focus on molecular aspects of the interaction. *Plant Pathology*, 73(1), 31–46. <https://doi.org/10.1111/ppa.13803>
- 141 Mengistu, A., Arelli, P. A., Bond, J. P., Shannon, G. J., Wrather, A. J., Rupe, J. B., Chen, P., Little, C. R., Canaday, C. H., Newman, M. A., & Pantalone, V. R. (2011). Evaluation of soybean genotypes for resistance to charcoal rot. *Plant Health Progress*. <https://doi.org/10.1094/PHP-2010-0926-01-RS>
- 142 Nyzhnyk, T., Kots, S., & Pukhtaievyh, P. (2024). Rhizobium inoculant and seed-applied fungicide effects improve the drought tolerance of

soybean plants as an effective agroecological solution under climate change conditions. *Frontiers in Bioscience-Elite*, 16(3), 23.

143 Olszak-Przybyś, H., Korbecka-Glinka, G., & Patkowska, E. (2023). Identification and pathogenicity of *Fusarium* isolated from soybean in Poland. *Pathogens*, 12(9), 1162. <https://doi.org/10.3390/pathogens12091162>

144 Olszak-Przybyś, H., & Korbecka-Glinka, G. (2024). The diversity of seed-borne fungi associated with soybean grown in southern Poland. *Pathogens*, 13(9), 769. <https://doi.org/10.3390/pathogens13090769>

145 Petrovic, K., Vidic, M., Riccioni, L., Dordevic, V., & Rajkovic, D. (2015). First report of *Diaporthe eres* species complex causing seed decay of soybean in Serbia. *Plant Disease*, 99(8), 1186. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-15-0056-PDN>

146 Raghuwanshi, P., Amrate, P. K., Kharte, S., Anand, K. J., Sarkar, J., Kisanrao, L. K., & Shrivastava, M. K. (2025). Understanding *Colletotrichum truncatum*, a pathogen of soybean anthracnose, and in vitro efficacy of modern fungicides for its management. *International Journal of Bio-Resource & Stress Management*, 16(3).

147 Rakhmanov, D., Šarapatka, B., Bednář, M., Černohorský, J., & Alibekova, K. (2025). Salinity of irrigated and non-irrigated chernozems and kastanozems: A case study of causes and consequences in the Pavlodar Region, Kazakhstan. *Soil Systems*, 9(2), 57.

148 Rapela, M. G. L., Lura, M. C., & Marcipar, I. (2015). Early detection of *Cercospora* species in soybean plants: Immunologic and molecular methods. *American Journal of Plant Sciences*, 6, 2939–2948. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.618289>

149 Reich, J., & Chatterton, S. (2023). Predicting field diseases caused by *Sclerotinia sclerotiorum*: A review. *Plant Pathology*, 72(1), 3–18.

150 Reis, E. M., de Rossi Belufi, L. M., Guerra, W. D., Zambolin, L., & Zanatta, M. (2020). Asian soybean rust severity sowed in different seasons. *Journal of Agricultural Science*, 12(10), 240.

151 Rhouma, A., Ben Ali, M., & Trabelsi, R. (2021). Technical document on downy mildew of soybeans. *Asian Journal of Plant and Soil Sciences*, 21(3), 130–135.

152 Rotundo, J. L., Müller, M., Schmidt, R., & Garcia, F. (2024). European soybean to benefit people and the environment. *Scientific Reports*, 14(1), 7612. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-47612-3>

153 Saitou, N., & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4, 406–425.

154 Sang, Y., Zhao, H., Liu, X., Yuan, C., Qi, G., Li, Y., & Dong, Y. (2023). Genome-wide association study of powdery mildew resistance in cultivated soybean from Northeast China. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1268706. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1268706>

- 155 Seitbattalova, A. I., Daugalieva, S. T., Shemshura, O. N., & Ismailova, E. T. (2015). *Notae geneticae microbiologicae et moleculares phytopathogenici fungi soybeans afficientes in regione Almaty. Bulletin Nationalis Academiae Scientiarum Reipublicae Kazakhstanae, Series Biologica et Medica*, 4, 129–136.
- 156 Shcatula, Y. (2021). Chemical protection of soybean crops against weeds. *Sciences of Europe*, (67-2), 27–35.
- 157 Shurtleff, W., & Aoyagi, A. (2008). *History of soybeans and soyfoods in Central Asia (1876–2008): Extensively annotated bibliography and sourcebook*. Soyinfo Center.
- 158 Shurtleff, W., & Aoyagi, A. (2014). *Early history of soybeans and soy foods worldwide (1024 BCE to 1899): Extensively annotated bibliography and sourcebook*. Soyinfo Center.
- 159 Sulima, A. S., & Zhukov, V. A. (2022). War and peas: Molecular bases of resistance to powdery mildew in pea (*Pisum sativum* L.) and other legumes. *Plants*, 11(3), 339. <https://doi.org/10.3390/plants11030339>
- 160 Sultan, Z., Bhat, M. Y., Wani, A. H., Malik, W. S., & Mushtaq, T. (2024). First report of *Alternaria destruens* causing leaf spot disease of *Prunella vulgaris* in India. *New Disease Reports*, 49, e12276. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12276>
- 161 Sumartini, S. A. (2016). Evaluation of soybean genotypes for resistance to rust disease (*Phakopsora pachyrhizi*). *Biodiversitas*, 17(1), 124–128. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d170118>
- 162 Sun, S., Van, K., Kim, M. Y., Min, K. H., Lee, Y. W., & Lee, S. H. (2012). *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*, a causal agent for both stem canker and seed decay on soybean. *Plant Pathology Journal*, 28(1), 55–59. <https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.10.2011.0194>
- 163 Sun, X., Yang, R., Tang, H., Ma, M., Chen, H., Chang, X., & Gong, G. (2025). Diversity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with *Fusarium* head blight in wheat and maize cropping systems in Sichuan Province. *Scientific Reports*, 15(1), 5984. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83402-7>
- 164 Takata, Y., Funakawa, S., Akshalov, K., Ishida, N., & Kosaki, T. (2007). Influence of land use on the dynamics of soil organic carbon in northern Kazakhstan. *Soil Science and Plant Nutrition*, 53(2), 162–172.
- 165 Talmo, N., & Ranjan, A. (2025). Comparative insights into soybean and other oilseed crops' defense mechanisms against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1616824.
- 166 Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S. (2021). MEGA11: Molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution*. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>
- 167 Telles, T. S., Nogueira, M. A., & Hungria, M. (2023). Economic value of biological nitrogen fixation in soybean crops in Brazil. *Environmental Technology & Innovation*, 31, 103158. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103158>
- 168 Thickett, K., VanDerWal, J., Lovett-Doust, L., & Anderson, T. R. (2007). A method for screening soybean seedlings for resistance to northern stem

canker caused by *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*. *Canadian Journal of Plant Science*, 87(2), 443–446. <https://doi.org/10.4141/P06-053>

169 Thomma, B. P. H. J. (2003). *Alternaria* spp.: From general saprophyte to specific parasite. *Molecular Plant Pathology*, 4(4), 225–236. <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2003.00173.x>

170 Utelbayev, Y., Kanapin, C., Mussynov, K., Kochorov, A., Bazarbayev, B., & Abysheva, G. (2025). Identification of *Alternaria tenuissima* on soybeans in the forest-steppe zone of North Kazakhstan and identification of the phytopathogen. *Microbial Biosystems*, 10(2), 283–291. <https://doi.org/10.21608/mb.2025.366142.1264>

171 Vasin, V. G., Shishina, A. S., Rakitina, V. V., & Vasin, A. V. (2024). Formation of agrophytocenoses and soybean productivity using fertilizers and stimulants. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*, 9(1), 27–34.

172 Voora, V., Bermúdez, S., & Larrea, C. (2024). Global market report: Soybean prices and sustainability. *International Institute for Sustainable Development*. <https://www.iisd.org/system/files/2024-02/2024-global-market-report-soybean.pdf>

173 Wang, S., Zhang, X., Zhang, Z., Chen, Y., Tian, Q., Zeng, D., & Ye, W. (2023). Fusarium-produced vitamin B6 promotes the evasion of soybean resistance by *Phytophthora sojae*. *Journal of Integrative Plant Biology*, 65(9), 2204–2217. <https://doi.org/10.1111/jipb.13505>

174 Xue, H. Q., Upchurch, R. G., & Kwanyuen, P. (2008). Relationships between oleic and linoleic acid content and seed colonization by *Cercospora kikuchii* and *Diaporthe phaseolorum*. *Plant Disease*, 92(7), 1038–1042. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-1038>

175 Yang, Q. Q., Ma, X. Y., Chen, T. G., & Liang, W. X. (2019). First report of *Alternaria destruens* causing leaf spot on *Ligustrum sinense* in China. *Plant Disease*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-19-0198-PDN>

176 Yang, Y., Zou, J., Huang, W., Olesen, J. E., Li, W., Rees, R. M., & Yin, X. (2024). Drivers of soybean-based rotations synergistically increase crop productivity and reduce GHG emissions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 372, 109094. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.109094>

177 Yang, Z., Song, Y., Chen, H., Li, D., Chen, L., Zhang, W., & Zhang, W. (2025). Pickering emulsions stabilized by soybean protein-based nanoparticles: A review of formulation, characterization, and food-grade applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(2), e70157. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70157>

178 Yao, H., Zuo, X., Zuo, D., Lin, H., Huang, X., & Zang, C. F. (2020). Study on soybean potential productivity and food security assessment in China under the influence of the COVID-19 outbreak. *Georgian Scientists*, 1, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.06.002>

179 Yulia, E., Widiyanti, F., Karuniawan, A., & Como, R. (2017). Resistance potential to powdery mildew (*Microsphaera diffusa* Cooke and Peck) of several yellow and black soybean (*Glycine max* (L.) Merr) genotypes. In

Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security: A Comprehensive Approach (ICSAFS) (pp. 270–278). Jatinangor, Indonesia. <https://doi.org/10.18502/cls.v2i6.1049>

180 Zaheer, K., & Akhtar, M. H. (2017). An updated review of dietary isoflavones: Nutrition, processing, bioavailability and impacts on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), 1280–1293. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.989958>

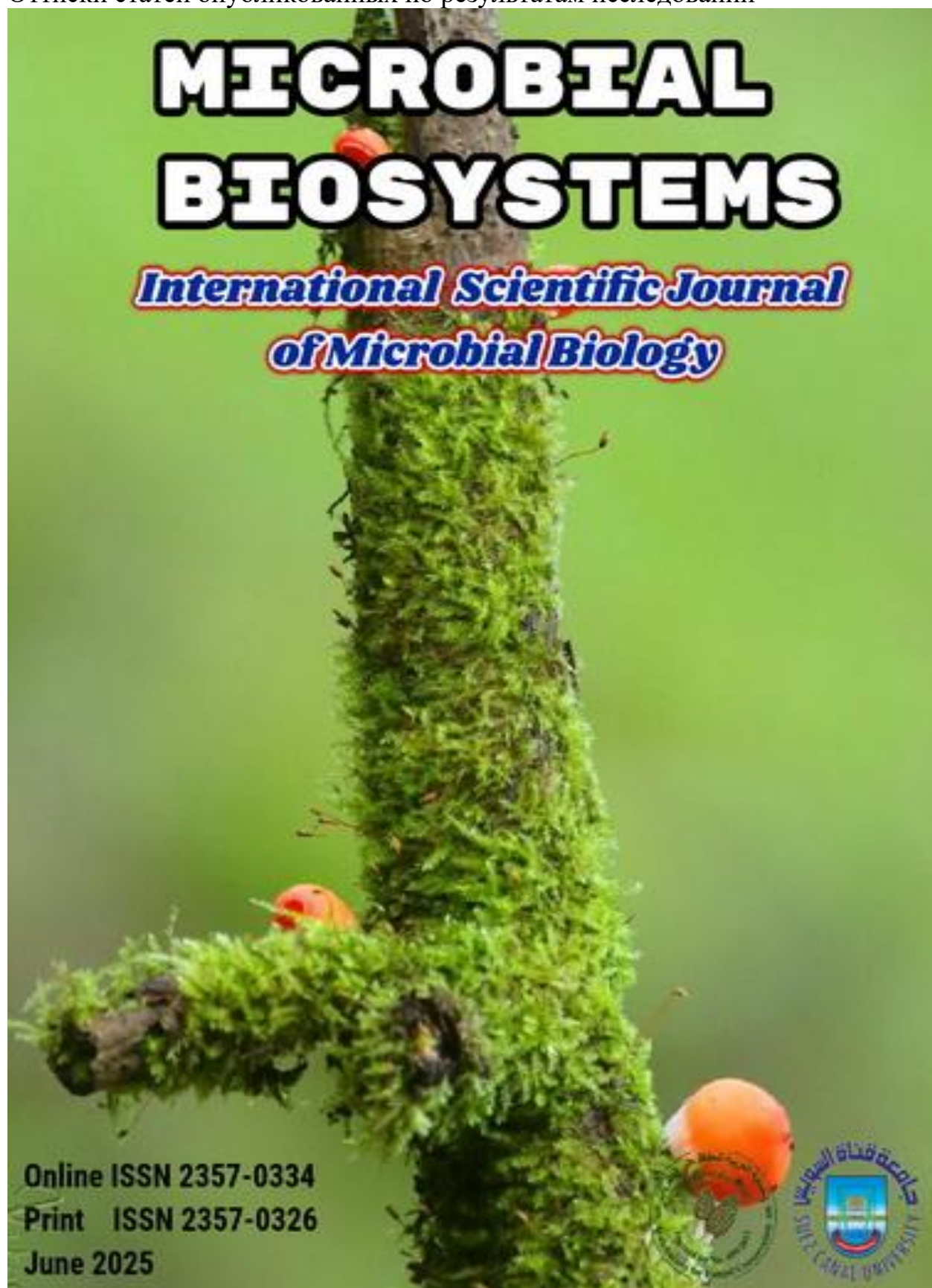
181 Zatybekov, A., Abugalieva, S., Didorenko, S., Genievskaia, Y., & Twardowska, M. (2018). GWAS of a soybean breeding collection from South East and South Kazakhstan for resistance to fungal diseases. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 22(5), 536–543. <https://doi.org/10.18699/VJ18.392>

182 Zatybekov, A., Yermagambetova, M., Genievskaia, Y., Didorenko, S., & Abugalieva, S. (2023). Genetic diversity analysis of soybean collection using simple sequence repeat markers. *Plants*, 12(19), 3445. <https://doi.org/10.3390/plants12193445>

183 Zhang, C., Liu, Z., Yang, Y., Ma, Q., Zheng, Y., Xu, C., & Liu, X. (2024). Characterization of *Fusarium* species causing soybean root rot in Heilongjiang, China, and mechanism underlying the differences in sensitivity to DMI fungicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 200, 105828. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2024.105828>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Оттиски статей опубликованных по результатам исследований





Identification of *Alternaria tenuissima* on soybeans in the forest-steppe zone of North Kazakhstan and identification of the phytopathogen

Yerlan Utelbayev^{1*}, Chingiz Kanapin², Kazhymurat Mussynov², Abdumamat Kochorov¹, Berik Bazarbayev¹, Gaukartas Abysheva²

¹A.I. Barayev Research and Production Centre for Grain Farming, Shortandy, Kazakhstan.

²Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University, 62 Pobeda Avenue, Astana, Kazakhstan.



ARTICLE INFO

Article history

Received 7 March 2025

Received revised 25 April 2025

Accepted 18 May 2025

Available online 1 June 2025

Corresponding Editors

Vasiliev, A.

Sapanov, M.

Abdel-Azeem, A. M.

Keywords

Agronomy,

biocontrol,

BLAST analysis,

disease management,

phytopathology,

TEF-1 α gene.

ABSTRACT

From 2014 to 2024, soybeans have been the most popular crop in Kazakhstan's agriculture, especially in the northern grain-growing regions. However, in terms of the yield of this crop, Kazakhstan lags behind the largest-producing countries because of the spread of diseases caused by fungi, which lead to lower yields and seed quality. Therefore, the main objective of the study was to identify fungal pathogens affecting soybean crops in the forest-steppe zone of North Kazakhstan, with a focus on isolating and characterizing strains of the *Alternaria* genus. To identify the fungal strains, the method of determining the direct nucleotide sequence of the internal transcribed spacer region was used, followed by the determination of the nucleotide identity with sequences deposited in the international GenBank database, as well as the method of constructing phylogenetic trees with nucleotide sequences. Fungal isolates were obtained from infected soybean tissues, cultured on potato dextrose agar, and identified through direct sequencing of the ITS region and partial sequencing of the TEF-1 α and Tub2 genes, followed by BLAST analysis and phylogenetic tree construction. As a result of the analyses, the authors identified a phytopathogenic strain of *Alternaria tenuissima*. The analyses revealed that the isolates belonged to *A. tenuissima*, confirmed through both sequence identity and phylogenetic analysis. The identification of *A. tenuissima* as a soybean pathogen provides essential data for the development of effective disease management strategies in Kazakhstan's soybean production.

Published by Arab Society for Fungal Conservation

Introduction

Soybeans are a widespread crop worldwide. Its primary purpose is industrial processing to produce oil with high nutritional and industrial value (Jacob, Karikalan 2021, Kazeem et al. 2023, Brandibur et al. 2024). According to the international technical classification, soybeans belong to oilseeds, and according to biological taxonomy, they are legumes with a high

protein content in seeds (33-44%) (Tleulina et al. 2024). Therefore, another important area of its use is the production of high-protein cake and meal for food additives and the needs of livestock production (Arinov et al. 2016; Makulbekova et al. 2017; Mussynov et al. 2017, Zhakyalkov et al. 2023).

In the Republic of Kazakhstan, the main areas of soybean cultivation are concentrated in the south, while

*Corresponding author Email address: yutelbayev@gmail.com (Yerlan Utelbayev)



Сәкен Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ:
пәнаралық

ВЕСТНИК НАУКИ
Казахского агротехнического исследовательского
университета имени Сакена Сейфуллина:
междисциплинарный

№ 3(127)

Астана 2025

МАЗМҰНЫ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Тезекбаева А.Е., Шестакова Н.А.

Математическое обоснование влияния агротехнических приёмов на урожайность
масличного льна в условиях Северного Казахстана..... 4

К. I. Kushenov, M. B. Tastybay, N. A. Meldebekova, K. B. Shanbayev, A. I. Seitbatalova
Using irrigated multispecies pasture systems for sustainable horse grazing on degraded lands..... 14

**Нұрғүлсім Қ., Смакова А.К., Ускенов Р.Б., Исхан Қ.Ж., Бостанова С.К.,
Жумалин А.К.**
Қазақтың Мұғалжар жылқы тұқымының дене тұрқының өзгерісіне LCORL генінің
әсері..... 25

Максутбекова Г.Т., Науанова А.П., Баимбетова Э.М., Аманжолова А.А.
Тұзға төзімді бактериялардың зығыр тұқымының өңгіштігі мен өскінінің дамуына
әсері..... 36

Габдола Ә.Ж., Хасанова Г.Ж., Джатаев С.А.
Оценка засухоустойчивости гибридных линий нута (*Cicer arietinum L.*) в условиях
Акмолинской области..... 45

**Аринов Б.К., Мусынов К.М., Хасанова Г.Ж., Кипшақбаева А.А., Кузбакова М.М.,
Зайлашева А.А.**
Асбұршақтың жапырылуға төзімділігін зерттеу..... 55

Адырбекова К.Б., Пангереев Б.С., Фефелов В.В., Исбеков Қ.Б.
Қазақстанның әртүрлі су айдындарындағы гаммарустардан *Gammarus* spp.
(Crustacea: Amphipoda) ДНҚ бөліп алу тиімділігі мен сапасын бағалау..... 71

Алсар Ж., Дускинова Б., Гаджимурадова А., Киргизова И., Жагинар Ф., Инсенов З.
Влияние диатомита на физико-химические характеристики засоленных каштановых
солонцеватых почв Северного Казахстана..... 81

S. S. Vitmer, R. Sh. Asaubayev, A. T. Daugaliyeva, S. T. Daugaliyeva, S. Peletto
Analysis and development trends of the pig industry in Kazakhstan..... 96

Сариев Б.Т., Шукуров М.Ж., Гинаятов Н.С., Туменов А.Н., Альбеков А.А.
Тұйық сумен камтамасыз ету қондырғылары жағдайында бекіре балықтарының
маусымдық биоритмдерін реттеу нәтижесі..... 109

Кальяскарова А.Е.
Изучение применения фосфор солибилизирующего удобрения на чернозёмах
лесостепной зоны Северо-Казахстанской области..... 118

Сүлейман М.А., Хасанов В.Т., Вологин С.Г.
Оптимизация протокола ПЦР-диагностики вириода
веретеновидности клубней картофеля (*Potato spindle tuber viroid, PSTVd*)..... 126

**Муранец А.П., Жаныбекова Ж.Т., Есимсеитова А.К., Рыскельдина А.Ж.,
Какимжанова А.А.**
Изучение микромицетов, выделенных из клубней картофеля, пораженных сухой
гнилью в Казахстане..... 138

**Ибраев Д.К., Омарова К.М., Шарапатов Т.С., Аққаир Б.Ж., Мирамбекмызы А.,
Мухаметжарова И.Е.**
Племенные и экстерьерные показатели казахской грубошерстной курдючной породы овец..... 154

Канапин Ч.Б., Утельбаев Е.А., Мусынов К.М., Тахсин Нуреттин
Урожайность и элементы структуры урожая сортов сои при разных сроках посева
и обработки семян препаратами..... 166

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 3 (127). - Р.166-175. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/10.51452/kazatu.2025.3\(127\).2026](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).2026)

УДК 633.34:631.53.027.2:631.5

Исследовательская статья

Урожайность и элементы структуры урожая сортов сои при разных сроках посева и обработки семян препаратами

Канапин Ч.Б.¹ , Утельбаев Е.А.¹ , Мусынов К.М.² , Тахсин Нуреттин³ 

¹ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства» имени А.И. Бараева,
Шортанды, Казахстан,

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина
Астана, Казахстан,

³Пловдивский аграрный университет, Пловдив, Болгария

Автор-корреспондент: Канапин Ч.Б.: China2209@mail.ru

Соавторы: (1: ЕУ) utelbaev_erlan@mail.ru;

(2 : КМ) kazeke1963@mail.ru; (3: НТ) ntt@au-plovdiv.bg

Получено: 22.07.2025 Принято: 24.09.2025 Опубликовано: 30.09.2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Соя является одной из стратегически значимых культур, востребованной в пищевой и кормовой промышленности. В условиях Северного Казахстана её урожайность отстаёт от ведущих стран из-за неблагоприятного климата, ограниченного набора сортов и распространения болезней. Целью исследования было определить влияние сроков посева и вариантов предпосевной обработки семян на продуктивность сортов сои в зоне рискованного земледелия.

Материалы и методы. Опыты проводились в 2021-2023 гг. на опытном участке ТОО «Каменка и Д» (Акмолинская область). Изучались сорта Ивушка, Эльдorado и Бірлік КВ. Сроки посева: 10-20 мая и 20-30 мая. Варианты обработки семян: контроль, ТМТД, ТМТД + Хайстик, ТМТД + Хайстик + Новосил. Учёт включал показатели полевой всхожести, выживаемости растений и урожайности.

Результаты. Наиболее высокие значения получены при посеве 10-20 мая. Совместное применение ТМТД + Хайстик + Новосил положительно влияло на элементы структуры урожайности, повышая число бобов и семян на растение, массу 1000 семян и биологическую урожайность. Максимальный результат показал сорт Ивушка - в среднем 15,4 ц/га за три года. Более поздний срок посева снижал показатели продуктивности у всех сортов.

Заклучение. Установлено, что оптимальное сочетание срока посева и обработки семян является определяющим фактором повышения урожайности сои в условиях Северного Казахстана. Наиболее эффективным оказался вариант посева 10-20 мая с применением комплекса ТМТД + Хайстик + Новосил, особенно для сорта Ивушка, что позволяет рекомендовать данный приём для практического использования.

Ключевые слова: соя; сроки посева; обработка семян; полевая всхожесть; выживаемость растений; урожайность.

Введение

Соя относится к числу наиболее ценных сельскохозяйственных культур мирового значения. Из неё получают широкий спектр продукции, востребованной в различных отраслях народного хозяйства. Семена сои содержат биологически активные соединения, способные оказывать

Сәкен Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ҒЫЛЫМ ЖАРҒЫЛЫ
(пәнаралық)

ВЕСТНИК НАУКИ
Казахского агротехнического исследовательского
университета имени Сакена Сейфуллина
(междисциплинарный)

№ 4(119)

Астана 2023

МАЗМҰНЫ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Адуов М.А., Нукушева С.А., Володя К., Исенов К.Г., Каспаков Е.Ж. АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ШИРОКОЗАХВАТНОЙ СЕЯЛКИ С ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР.....	4
Акишлов К.А., Байшоланов С.С., Куржинов М.Б., Сулейменов М.К., Баймуканова О.Н., Жумабек Б. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРОХА: МЕРЫ АДАПТАЦИИ.....	19
Филиппова Н.И., Парсаев Е.И., Коберницкая Т.М., Мустафина Н.М. УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ ТРАВ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА.....	35
Успанов А.М., Алпысбаева К.А., Әділханқызы А., Нурманов Б.Б., Башкараев Н.А. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В БОРЬБЕ С КАРАНТИНЫМ ВРЕДИТЕЛЕМ <i>TUTA ABSOLUTA</i>	47
Федоренко Е.Н., Соловьёв О.Ю., Заика В.В. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ (ЭСИ) СОРТОВ ЧЕЧЕВИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОБЫКНОВЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА.....	59
Кенжегулова С.О., Алманова Ж.С., Каспхан А., Тлеппаева А.А., Жакенова А.Т. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАХОТНЫХ ПОЧВ КАРАБАЛЫКСКОГО РАЙОНА КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ.....	69
Канапин Ч.Б., Мусынов К.М., Тахсин Н., Утельбаев Е.А., Тлеппаева А.А. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ СОИ К ВОЗБУДИТЕЛЮ ФУЗАРИОЗА, РАСПРОСТРАНЕННОГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА.....	80
Задорожная Л.В., Филиппова Н.И. ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЛОМКОКОЛОСНИКА СИТНИКОВОГО (<i>Psathyrostachys junceus</i>) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА.....	89
Almanova Zh.S., Kenzhegulova S.O., Ridvan Kizilkaya, Zhakenova A.T., Yerzhan D., Kelvin Harrison Diri MODERN ASSESSMENT OF FERTILITY OF DARK CHESTNUT SOILS OF KAMYSTINSKY DISTRICT OF KOSTANAY REGION.....	97
Gajimuradova A.M., Yevloyeva Kh.S., Zhaumitova N.N., Ismukanova G.Zh., Turpanova R.M. ANTIOXIDANT STATUS OF CALLUS CULTURE AND NATIVE PLANTS OF POTATO UNDER VIRAL INFECTION CONDITIONS.....	106
Айсакулова Х.Р., Жаппарова А.А., Кенжегулова С.О., Мауленова С.С., Сейсенова А.А., Матай Ж.М. ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ШЫҒЫСЫНДА ЖЕМІС ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ БИОМЕТРИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚ МИКРОФЛОРАСЫНА БИОРГАНИКАЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ПРЕПАРАТТАРДЫҢ ӘСЕРІ.....	118
Садиков А.Т. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СРЕДНЕВОЛОКНИСТОГО ХЛОПЧАТНИКА В СЕЛЕКЦИОННОМ ПИТОМНИКЕ.....	133

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2023. - № 4 (119). - С. 80-88. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.4 (119).1545

УДК 635. 655: 631.524.86: 632.4.01/.08 (043.8)

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ СОИ К ВОЗБУДИТЕЛЮ ФУЗАРИОЗА, РАСПРОСТРАНЕННОГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Канапин Чингиз Булатович

Докторант

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: China2209@mail.ru

Мусынов Касимурат Майрамбекович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: kazeke1963@mail.ru

Тахсин Нуреттин

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Пловдивский аграрный университет

г. Пловдив, Болгария

E-mail: ntf@au-plovdiv.bg

Утельбаев Ерлан Аманжолович

PhD

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства» имени А.И. Бараева

с. Шортанды, Казахстан

E-mail: utelbaev_erlan@mail.ru

Тлеппаева Айгуль Алдабергеновна

Кандидат сельскохозяйственных наук

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

г. Астана, Казахстан

E-mail: tleppaeva@mail.ru

Аннотация

В последние годы, большой интерес для сельского хозяйства Северного Казахстана представляет возделывание сои на семена. Однако республика отстает по урожайности от стран-лидеров, причина отставания – природные условия, использование менее продуктивных сортов, техническое и технологическое отставание. Другой, не менее важной причиной, является распространение различных болезней на посевах сои, что часто приводит к снижению продуктивности растений. В связи с чем, изучение и оценка устойчивости различных сортов сои к распространенным на посевах болезням, в частности фузариозу, является актуальным в условиях Северного Казахстана.

Исследование было проведено для выявления устойчивости различных сортов сои к фузариозу и оценки влияния *Fusarium spp* на морфометрические показатели проростков сои. Было установлено, что сорт Бірлік наиболее устойчив к микромицетам *Fusarium spp*, распространенным в условиях Северного Казахстана, в то время как сорта Ивушка и Эльдорадо показали значительное снижение всхожести и длины стеблей в инфицированных вариантах. В работе использовались общепринятые методики инокуляции семян и подсчета лабораторной всхожести. Результаты исследования могут быть полезны при выборе сорта для выращивания сои в условиях, где



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№02

ISSN 2304-3334
№02 (106) 2025

● **ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР**
Ғ ы л ы м и ж у р н а л

● **ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ**
н а у ч н ы й ж у р н а л

● **RESEARCH, RESULTS**
S C I E N T I F I C J O U R N A L

АЛМАТЫ

Н.Н.Салыбекова, Г.И.Исаев, А.Мамбаева, М.Т.Ерденев, Ж.Б.Нақыпова. БОТАНИКАЛЫҚ БАҚҚА ИНТРОДУКЦИЯЛАНҒАН <i>CATALPA SPECIOSA</i> L. БИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ӨСУІН БАҒАЛАУ.....	316
Б.Р.Сайкенов, М.Е.Жуматаев, А.Н.Жамангараева, А.Ж.Сайкенова, К.Р.Хидиров, Н.П.Аубакиров. ӨРТҮРЛІ СЕБУ ТӘСІЛДЕРІ МЕН СЕБУ МӨЛШЕРІ КЕЗІНДЕ ЖАСЫМЫҚ ДАҚЫЛЫ ӨНІМДІЛІГІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ.....	325
S.S. Maulenova, A.A. Zhapparova, K.R.Aisakulova, T.Vasilina, Zh.B. Bakenova, K.O. Karayeva. APPLICATION OF MINERAL AND ORGANIC BIOSTIMULANTS TO IMPROVE GROWTH INDICATORS AND LEAF SURFACE AREA IN APPLE ORCHARDS OF SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN.....	335
Ч.Б.Канапин, Е.А.Утельбаев, К.М.Мусынов, Н.Т.Тахсин. ВЫЯВЛЕНИЕ ALTERNARIA DESTRUENS НА СОЕ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГРИБА.....	345
И.И.Темрешев, Г.Е.Кожабаева. САРАНЧОВЫЕ ВРЕДИТЕЛИ (INSECTA, ACRIDIDAE) НА ПОСЕВАХ СОИ В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ЭНТОМОФАГИ.....	354
Б.К.Тезекбаева, А.Хасейн, Х.Ә.Беркімбай, Г.Л.Есенбаева, М.Георгиева, Н.П. Малахова. ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ЕЖЕВИКИ СОРТА <i>HEAVEN CAN WAIT</i>	365
А.К.Куришбаев, Д.Е.Ержан, И.Т.Токгербенев, Ж.С.Алманова, Г.А.Звягин, И.М. Кәкімбек, Г.Н.Аймұхамбет. КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И ГУМУСОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ.....	375
A.Rakhmatyzy, L.S.Erbolova, K.P.Aubakirova, Zh.N.Bakytzhanova, N.N.Galiakparov. OPTIMIZATION OF THE INTRODUCTION OF EXPLANTS OF APPLE TREES OF VARIOUS GENETIC ORIGIN INTO THE INITIAL <i>IN VITRO</i> NUTRIENT MEDIUM.....	383
Д.Е. Ержан, А.К. Куришбаев, Ж.С. Алманова, Т.В.Савин, Г.А. Звягин. РАЗРАБОТКА КАРТ ПРИГОДНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО КАТЕГОРИЯМ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АЛСЗ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ.....	391

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

Д.Ә. Тлеш, Б.Халхабай, А.Х.Хойшиев, М.М.Байарыстанов. ШАХТА СУЛАРЫН ТИІМДІ ТАЗАРТУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ.....	401
А.С. Мадиеков, Л.Т. Исмуханова, Б.М. Султанбекова, А.Ө. Жәди, А.Р. Жумалинов, А.А. Мадиекова. ЖЕТІСУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӨСЕРІН БАҒАЛАУ.....	410
С.К.Таженова, А.А.Шомантаев, Г.Т.Алдамбергенова, К.К.Ануарбеков, М.Копен. ТӨМЕН ҚЫСЫМДЫ ТАМШЫЛАТЫП СУАРУ ТӘСІЛІ КЕЗІНДЕ ҚАНТ ҚҰМАЙЫН СУАРУ РЕЖИМІН ЗЕРТТЕУ.....	420
Е.А.Шадедова, М.А.Кайгермазова, М.Т.Сембеков. АДАПТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ <i>NITRARIA</i> В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ИОННООБМЕННОГО СУБСТРАТА.....	430
Ө.С.Баймаханов, С.Ы.Өмірзақов, М.Н.Абдукодирова, ТӨГІНДІ СУЛАРДЫҢ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНА ЖӘНЕ МАЛАЗЫҚТЫҚ ДАҚЫЛДАРДЫҢ ҚҰРАМЫНА ӨСЕРІ.....	440
П.С.Султанбекова, А.Е.Дуанбекова, Ш.К.Капар, Л.М.Рыскулбекова, К.Жанымхан, Ж.З.Жакупова. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ МИРЗАЧУЛЬСКОГО ОРОШАЕМОГО МАССИВА.....	452
A.T. Koishygarin, M.B. Bakhyt, Zh.K.Mukaliev. MODERN APPROACHES TO MONITORING AND ANALYSIS OF DEFORMATION PROCESSES.....	463
A.A.Merekeyev, G.M.Iskaliyeva, A.B. Gaipova, A.A.Amangeldi, M.S.Sagat, N.K. Sydyk. METHODS OF MONITORING MORAINЕ LAKES IN CENTRAL ASIA UNDER CLIMATE CHANGE.....	469

Канапин Ч.Б.^{1*}, Утельбаев Е.А.¹, Мусынов К.М.², Тахсин Н.Т.³

¹ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева»,
Акмолінская область, Шортандінский район, Казахстан, china2209@mail.ru,
utelbaev_erlan@mail.ru

²НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.
С.Сейфуллина», г.Астана, Казахстан, kazeke1963@mail.ru

³Agricultural University – Plovdiv, Bulgaria, Plovdiv, , ntt@au-plovdiv.bg

ВЫЯВЛЕНИЕ ALTERNARIA DESTRUENS НА СОЕ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГРИБА

Аннотация

Соя (*Glycine max*) – самая распространённая среди зернобобовых и масличных культур в мире. По классификации ФАО соя относится к масличным культурам, однако она является универсальной культурой благодаря высокому содержанию белков, жира и углеводов. В последнее десятилетие в сельском хозяйстве Казахстана, особенно, в северных зерносеющих регионах большой популярностью пользуется соя. Однако наблюдается отставание по урожайности от крупнейших стран производителей, основные причина – природные условия, использование менее продуктивных сортов, техническое и технологическое отставание. Также, не менее важной причиной, является распространение различных болезней, что часто приводит к снижению урожайности и качества семян сои. В связи с чем, для своевременного, правильного и эффективного проведения мер борьбы – глубокое изучение и идентификация возбудителей болезней, в частности грибковых заболеваний, является актуальным. В статье представлены результаты исследований по изучению грибов рода *Alternaria* Spp выделенные из пораженных органов растений сои. Для идентификации штаммов грибов, было использовано метод определения прямой нуклеотидной последовательности ITS региона, с последующим определением нуклеотидной идентичности с последовательностями депонированными в международной базе данных Gene Bank, а также построением филогенетических деревьев с нуклеотидными последовательностями. В результате анализов нами идентифицированы штаммы, относящиеся к *Alternaria destruens*.

Ключевые слова: Соя, болезней сои, *Alternaria destruens*, фитоэкспертиза, идентификация гриба.

Введение

Соя – широко распространенная культура в мире. Основное назначение культуры – это промышленная переработка для получения масла, которое имеет высокую пищевую ценность. Тем не менее по международной технической классификации она относится к масличным культурам, а по биологии это бобовая культура, с высоким содержанием протеина в семенах – 33–44%. Поэтому другое важное направление ее использования – это получение высокопротеинового жмыха и шрота, как для пищевых добавок, так и для обеспечения потребностей животноводства всех направлений [1].

Исторически, соя выращивалась в странах Юго-Восточной Азии (Китай, Япония, Вьетнам, Корея, Индия). Благодаря биологическим особенностям и экологической пластичности стала расширяться далеко за пределы первоначального распространения. В данное время является наиболее распространенной масличной культурой в следующих странах - США, Бразилия, Аргентина, Китай, а в последние годы и Индия входят в пятерку крупнейших производителей этой культуры. В Казахстане основные площади посева сои сосредоточены на юге республики, посевные площади в северных регионах незначительные. Ее становится выгодно производить, так как цена на нее в несколько раз выше, чем на

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ
ШАРУАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ
«С.СЕЙФУЛЛИН АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ АГРОТЕХНИКАЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НАО «КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С.СЕЙФУЛЛИНА»**

**«СЕЙФУЛЛИН ОҚУЛАРЫ-18(2): «XXI ҒАСЫР ҒЫЛЫМЫ –
ТРАНСФОРМАЦИЯ ДӘУІРІ»
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

МАТЕРИАЛДАРЫ

МАТЕРИАЛЫ

**МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«СЕЙФУЛЛИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 18(2):
«НАУКА XXI ВЕКА - ЭПОХА ТРАНСФОРМАЦИИ»**

I том, I бөлім

Астана 2022

Ильяс А. С., Амантаев Б.Ө. ҚАРАҒАНДЫ ОБЛЫСЫ, «НАЙДОРОВСКОЕ» ЖШС ЖАҒДАЙЫНДА ҚОРЕКТЕНДІРУ ЖАҒДАЙЫ МЕН СЕБУ МӨЛШЕРІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ЖҰМСАҚ БИДАЙ СОРТЫНЫҢ ӨСІП-ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	71
Түлеубаев Т.А., Жанбыршина Н.Ж. ҚАРАҒАНДЫ ОБЛЫСЫ «НАЙДОРОВСКОЕ» ЖШС ЖАҒДАЙЫНДА МАЙЛЫ ЗЫҒЫР ДАҚЫЛЫНЫҢ ӨСІП-ДАМУ КЕЗЕҢІНДЕГІ ЖАПЫРАҚ АЛАҒЫНЫҢ ТҰҚЫМ СЕБУ МЕРЗІМІ МЕН МӨЛШЕРІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУІ.....	74
Секция	
ҒЫЛЫМИ БИОЛОГИЯДАҒЫ ЖӘНЕ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ӨСІМДІКТЕРІН ҚОРҒАУДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕР	
ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В НАУЧНОЙ БИОЛОГИИ И ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ	
М.А. Айтжан САКАЛОВ-САРЫБАЙ ТАУ-КЕН БАЙЫТУ АУМАҒЫНДАҒЫ ТЕХНОГЕНДІ БҰЗЫЛҒАН ЖЕРЛЕРДІҢ ФИТОЦЕНОЗЫНЫҢ ГЕОБОТАНИКАЛЫҚ ЗЕРІКТЕУ.....	78
Канапин Ч.Б., Мусынов К.М., Тлеппаева А.А. ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ СОИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА.....	81
Маханова М.М., Хасанов В.Т., Вологин С.Г. КЛОНОВЫЙ ОТБОР И СКРИНИНГ ПЕРСПЕКТИВНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ НА ВИРУСОНОСИТЕЛЬСТВО.....	83
Сүлейман М. А., Бейсембина Б., Хасанов В.Т. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА НА СТРАЖЕ ЗАЩИТЫ И КАРАНТИНА РАСТЕНИЙ.....	88
Джумагулов А.А., Конысбаева Д.Т., Горбуля В.С. РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОНАХ г. АСТАНА.....	90
А.С. Жамаева АНАТОМИЯ-МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ТҮТ (MORACEAE), FICUS (FICUS) ТҰҚЫМДАС ӨСІМДІКТЕР МЫСАЛЫНДА ГУМАТТАРДЫ ҚОЛДАНУ КЕЗІНДЕ ӨСІМДІКТЕРДІҢ ҚОРҒАУ МЕХАНИЗМДЕРІНДЕГІ ӨЗГЕРІСТЕРІ...	95
А.Ж. Жаңаберженова, А.А. Базарғалиева ЖИДЕКТІК ДАҚЫЛДАРДЫҢ ЖАҢА ВИРУСТЫҚ АУРУЛАРЫНЫҢ ТАРАЛУЫ, ЗИЯНДЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ЗАМАНАУИ САУЫҚТЫРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	98
Кенесова К.Р. ГРИБНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ПОРАЖАЮЩИЕ РАСТЕНИЯ РОДА SYRINGA VUL-GARIS L. В УСЛОВИЯХ ГОРОДА АСТАНА.....	102
Маулен Ж.Б., Горбуля В.С., Конысбаева Д.Т. НЕИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ БАРБАРИСА ТУНБЕРГА В РЕКРЕАЦИОН-НЫХ ЗОНАХ Г. АСТАНА.....	105

«Сейфуллин оқулары – 18(2): «ХХІ ғасыр ғылымы – трансформация дәуірі» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18(2): «Наука XXI века – эпоха трансформации» - 2022.- Т.І, Ч.І – С.81-83

ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ СОИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Канапин Ч.Б., докторант 3-го курса

Муссонов К.М., профессор д.с.х.н.

Тлеттаева А.А., к.с.х.н

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан

Согласно статистическим данным, в Казахстане в последние годы наблюдается увеличение посевных площадей, занятых под соей [1]. В частности, сою активно внедряют сельскохозяйственные предприятия из Северного Казахстана. Данные тенденции обусловлены, высокой пищевой ценностью сои, качеством ее белка, хорошей усвояемостью, высоким содержанием изофлавонов и витаминов групп А, В и D [2]. Однако, в связи с относительной новизной культуры для региона, перед аграрной наукой встал ряд важных вопросов. Для их решения требуются научные исследования, приуроченные к условиям Северного Казахстана. Одной из важнейших проблем, является борьба с болезнями сои. Из всех видов возбудителей заболеваний наиболее вредоносными являются грибные инфекции [3].

Первым шагом, для обеспечения фитосанитарной оптимизации посевов сои, является определение видового состава возбудителей заболеваний. Т.к. при планировании защитных мероприятий, необходимо знать объекты, против которых эти мероприятия будут проводиться. Как показала практика, видовой состав вредоносной микрофлоры, различается от региона к региону. Так, в условиях Курганской области Российской Федерации широкое распространение получил Аскохитоз [4], в Приморском крае РФ – Переноспороз, Септориоз, а также комплекс корневых гнилей [5]. Для дальнейшей фитосанитарной оптимизации, необходимо изучение видового состава патогенов сои распространенного в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана.

Исследования выполнены в 2021 году. Полевые опыты заложены в Сандыктауском районе, Акмолинской области в ТОО «Каменка и Д», лабораторные работы проводились на базе кафедры «Биологии, Защиты и Карантина растений» Казахского агротехнического университета им. Сакена Сейфуллина. Основным исходным материалом для исследований послужили семена и растения сортов сои: Ивушка, Эльдorado и Бірлік. Определение возбудителей заболеваний, выделенных с семенного материала и корней и вегетативных частей растений после влажной камеры или выделения в чистую культуру на искусственной питательной среде, осуществляли по культуральным и морфологическим признакам на основе литературных и

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

АКТ внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
ТОО «Каменка и Д»

 А.И. Джейранов

Наименование организации, должность, (фамилия, имя, отчество (при его наличии) и подпись руководителя организации, в производственную деятельность, которой были внедрены результаты научно-исследовательских, научно-технических и (или) опытно-конструкторских работ, результаты научной и (или) научно-технической деятельности

« 19 » 11 2025 г.

М.П.

(за исключением лиц, являющихся субъектами частного предпринимательства)



«СОГЛАСОВАНО»
Исполняющий обязанности
руководителя ГУ «Отдел сельского хозяйства, земельных отношений и предпринимательства
Сандыктауского района»

 А.В. Фролов

Наименование уполномоченного органа, должность, фамилия, имя, отчество (при его наличии) и подпись руководителя уполномоченного органа



2025 г.

Акт внедрения (использования)

результатов научной и (или) научно-технической деятельности

1. Наименование научно-исследовательских, научно-технических и (или) опытно-конструкторских работ, результатов научной и (или) научно-технической деятельности в связи с созданием, включая работы, по которым имеется охранный документ: «Фитосанитарная оптимизация посевов для повышения урожайности и качества семян сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана».

2. Краткая аннотация: Разработка научно обоснованных методов фитосанитарной оптимизации, включает выявление оптимальных сроков посева сои, сортовых особенностей и различных вариантов предпосевной обработки семян. Комплексный анализ этих факторов позволит обосновать наиболее эффективные стратегии защиты сои в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана, что будет способствовать повышению урожайности и качества семян, а также снижению экономических потерь, связанных с развитием грибных инфекций. Объектами внедрения были сорта сои Ивушка, Эльдorado и Бірлік KB. Проводили предпосевную обработку семян: ТМТД – за 2–15 дней до посева, расход рабочей жидкости – 8 л/т, «Хайстик соя» – норма расхода 4 кг/т и биопрепарат Новосил 10%, норма расхода для сои 50 мл/т, посев провели 10–20 мая. Агротехника в опытах зональная, нормы высева – 0,6 млн всхожих семян на 1 гектар, посев проводили сеялкой СКП -2,1.

3. Эффект от внедрения (экономический, социальный, экологический), подчеркнуть область эффекта): Применение фитосанитарной технологии позволяет повысить урожайность сои до 13,8 ц/га, достоверная прибавка к контролю отмечена в вариантах совместной предпосевной обработки семян фунгицидом (ТМТД), инокулянтom (Хайстик соя) и регулятором роста (Новосил 10%) – 11,7–13,8 ц/га. Средняя урожайность сорта Ивушка при всех сроках посева выше, чем у сортов Бірлік KB и Эльдorado.

4. Место и время внедрения: ТОО «Каменка и Д», Акмолинская область, Сандыктауский район, с. Каменка, Улица Больничная, 7, 2024-2025 гг.

5. Форма внедрения: Производственное испытание на площади 100 га при возделывании сои.

Согласие на сбор и обработку персональных данных в соответствии со статьей 8 Закона Республики Казахстан "О персональных данных и их защите"

Подписи:

1. Субъект или его законный представитель заявителя (налогоплательщик, проводивший научно-исследовательские, научно-технические и (или) опытно-конструкторские работы, результаты научной и (или) научно-технической деятельности) Директор института сельского и лесного хозяйства НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина»
Сатыбалдиева Гульмира Калмашевна

(фамилия, имя, отчество (при его наличии) (подпись))

2. Субъект или его законный представитель организации, в производственную деятельность которой были внедрены результаты научно-исследовательских, научно-технических и (или) опытно-конструкторских работ, результаты научной и (или) научно-технической деятельности Директор ТОО «Каменка и Д»
Джейранов Алексей Иванович

(фамилия, имя, отчество (при его наличии) (подпись))

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Сертификат о прохождении зарубежной стажировки



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1 – Показатели элементов структуры урожая сортов сои в зависимости от сроков посева и видов обработки семян, 2021 г.

Сорт	Вариант	Количество растений, шт/м ²	Количество бобов в 1 растений, шт	Количество семян в 1 растений, шт	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
10–20 мая						
Ивушка	*Контроль	29,5	9,5	19,0	130,0	7,3
	*ТМТД	30,7	12,0	22,4	141,5	9,7
	*Т+Х	32,0	13,3	23,5	143,0	10,8
	*Т+Х+Н	33,5	14,0	24,0	144,2	11,5
Эльдорадо	Контроль	28,9	9,0	18,0	115,0	6,0
	ТМТД	30,0	11,5	22,0	128,1	8,5
	Т+Х	31,5	13,0	23,3	131,5	9,7
	Т+Х+Н	32,5	13,7	23,7	133,0	10,2
Бірлік КВ	Контроль	27,1	9,0	17,0	134,0	6,1
	ТМТД	29,3	11,3	21,0	142,0	8,7
	Т+Х	31,0	12,7	23,0	144,1	10,2
	Т+Х+Н	32,0	13,5	23,7	145,0	10,9
20–30 мая						
Ивушка	Контроль	28,0	9,3	18,6	129,0	6,7
	ТМТД	30,5	11,7	19,9	140,2	8,5
	Т+Х	31,3	13,0	22,1	142,8	9,8
	Т+Х+Н	32,0	13,5	23,0	143,4	10,5
Эльдорадо	Контроль	27,7	9,0	17,5	112,0	5,4
	ТМТД	30,0	11,0	18,7	125,0	7,0
	Т+Х	31,3	12,7	21,6	128,2	8,7
	Т+Х+Н	32,5	13,0	22,3	130,3	9,4
Бірлік КВ	Контроль	25,7	8,5	17,0	132,0	5,8
	ТМТД	27,5	11,0	18,5	140,3	7,1
	Т+Х	28,5	12,5	21,0	143,7	8,6
	Т+Х+Н	30,0	13,0	21,5	144,0	9,3
Примечание: Контроль – без обработки; ТМТД – обработано препаратом ТМТД, в.с.к.; Т+Х – ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя; Т+Х+Н – ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10%						

Таблица Г.2 – Показатели элементов структуры урожая сортов сои в зависимости от сроков посева и видов обработки семян, 2022 г.

Сорт	Вариант	Количество растений, шт/м ²	Количество бобов в 1 растений, шт	Количество семян в 1 растений, шт	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
10–20 мая						
Ивушка	Контроль	40,3	10,7	20,0	133,0	10,7
	ТМТД	44,3	14,0	24,3	144,3	15,5
	T+X	45,5	15,0	25,0	146,0	16,6
	T+X+N	46,7	16,5	25,5	147,0	17,5
Эльдорадо	Контроль	37,7	10,0	19,7	115,0	8,5
	ТМТД	39,7	13,7	24,0	129,0	12,3
	T+X	40,7	14,5	24,7	131,6	13,2
	T+X+N	42,5	16,0	25,3	134,0	14,4
Бірлік KB	Контроль	35,5	9,7	18,0	137,0	8,7
	ТМТД	38,1	13,5	22,5	144,0	12,3
	T+X	39,0	14,3	23,7	147,0	13,5
	T+X+N	40,3	15,0	24,0	148,0	14,3
20–30 мая						
Ивушка	Контроль	38,3	9,7	19,7	132,0	9,9
	ТМТД	40,5	13,5	23,0	143,0	13,3
	T+X	42,7	14,7	24,7	145,3	15,3
	T+X+N	43,0	16,0	25,0	145,5	15,6
Эльдорадо	Контроль	34,3	9,5	19,5	115,0	7,7
	ТМТД	39,1	13,0	23,0	128,0	11,5
	T+X	40,1	14,3	24,3	130,0	12,6
	T+X+N	42,0	15,3	24,7	131,3	13,6
Бірлік KB	Контроль	34,0	9,5	17,2	133,0	7,8
	ТМТД	36,3	13,3	22,0	142,4	11,4
	T+X	37,3	14,0	23,0	145,9	12,5
	T+X+N	40,0	15,0	23,5	146,0	13,7

Таблица Г.3 – Показатели элементов структуры урожая сортов сои в зависимости от сроков посева и видов обработки семян, 2023 г.

Сорт	Вариант	Количество растений, шт/м ²	Количество бобов в 1 растений, шт	Количество семян в 1 растений, шт	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га
10–20 мая						
Ивушка	Контроль	42,3	11,0	21,0	135,0	12,0
	ТМТД	45,0	14,3	24,6	145,1	16,0
	Т+Х	45,7	15,7	25,4	148,0	17,2
	Т+Х+Н	46,9	17,0	25,8	148,0	17,9
Эльдорадо	Контроль	41,5	10,3	20,6	119,0	10,2
	ТМТД	44,5	14,0	24,0	129,8	13,9
	Т+Х	45,0	15,0	25,4	132,9	15,2
	Т+Х+Н	46,7	16,3	25,7	133,0	16,1
Бірлік KB	Контроль	39,0	10,0	18,0	138,1	9,6
	ТМТД	42,7	14,0	22,0	146,0	13,7
	Т+Х	43,5	14,7	23,4	148,0	15,1
	Т+Х+Н	45,0	15,5	24,0	148,3	16,0
20–30 мая						
Ивушка	Контроль	39,1	10,0	20,7	134,4	10,9
	ТМТД	41,3	13,7	23,5	143,1	13,9
	Т+Х	43,0	15,5	25,0	147,0	15,8
	Т+Х+Н	44,5	17,0	25,3	147,3	16,6
Эльдорадо	Контроль	37,7	9,7	20,0	118,5	8,9
	ТМТД	40,5	13,5	23,0	130,0	12,1
	Т+Х	41,0	15,0	24,8	131,7	13,4
	Т+Х+Н	43,3	15,7	25,0	132,5	14,3
Бірлік KB	Контроль	34,7	10,0	18,0	138,0	8,6
	ТМТД	39,0	13,3	21,5	145,3	12,2
	Т+Х	39,7	14,5	23,0	148,0	13,5
	Т+Х+Н	41,0	15,0	23,7	148,0	14,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д.1 – Экономические показатели применения обработки семян препаратами на разных сроках посева при фитосанитарной оптимизации посевов сортов сои, 2021 г.

Сорт, срок посева	Вариант обработки	Прибавка от контроля, ц/га	Стоимость дополнительно полученной продукции, тг	Обработка семян	Обработки по вегетации	ГСМ	Заработная плата	Амортизация	Всего затраты	Чистый доход тг/га	Рентабельность, %
Ивушка 10-20 мая	*Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	*ТМТД	2,1	48300	2351,4	24201	1655	1527	228,1	29962,5	18337,5	61,2
	*Т+Х	3,0	69000	8157,6	24201	1655	1527	228,1	35768,7	33231,3	92,9
	*Т+Х+Н	3,6	82800	8216,8	24201	1655	1527	228,1	35827,9	46972,1	131,1
Ивушка 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	1,5	34500	2351,4	24201	1655	1527	228,1	29962,5	4537,5	15,1
	Т+Х	2,5	57500	8157,6	24201	1655	1527	228,1	35768,7	21731,3	60,7
	Т+Х+Н	3,1	71300	8216,8	24201	1655	1527	228,1	35827,9	35472,1	99,0
Эльдорадо 10-20 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	2,1	48300	2248,1	24201	1655	1527	228,1	29859,2	18440,8	61,7
	Т+Х	2,9	66700	7799,0	24201	1655	1527	228,1	35410,1	31289,9	88,3
	Т+Х+Н	3,4	78200	7855,6	24201	1655	1527	228,1	35466,7	42733,3	120,4
Эльдорадо 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	1,3	29900	2248,1	24201	1655	1527	228,1	29859,2	40,8	0,1
	Т+Х	2,6	59800	7799,0	24201	1655	1527	228,1	35410,1	24389,9	68,9
	Т+Х+Н	3,2	73600	7855,6	24201	1655	1527	228,1	35466,7	38133,3	107,5
Бірлік КВ 10-20 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	2,0	46000	2932,8	24201	1655	1527	228,1	30543,9	15456,1	50,6
	Т+Х	3,5	80500	10174,6	24201	1655	1527	228,1	37785,7	42714,3	113,0
	Т+Х+Н	3,8	87400	10248,7	24201	1655	1527	228,1	37859,8	49540,2	130,8
Бірлік КВ до 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	1,1	25300	2932,8	24201	1655	1527	228,1	30543,9	-5243,9	-17,2
	Т+Х	2,8	64400	10174,6	24201	1655	1527	228,1	37785,7	26614,3	70,4
	Т+Х+Н	3,1	71300	10248,7	24201	1655	1527	228,1	37859,8	33440,2	88,3
Примечание: Контроль – без обработки; ТМТД – обработано препаратом ТМТД, в.с.к.; Т+Х – ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя; Т+Х+Н – ТМТД, в.с.к. + Хайстик Соя + Новосил 10%											

Таблица Д.2 – Экономические показатели применения обработки семян препаратами на разных сроках посева при фитосанитарной оптимизации посевов сортов сои, 2022 г.

Сорт, срок посева	Вариант обработки	Прибавка от контроля, ц/га	Стоимость дополнительно полученной продукции, тг	Обработка семян	Обработки по вегетации	ГСМ	Заработная плата	Амортизация	Всего затраты	Чистый доход тг/га	Рентабельность, %
Ивушка 10-20 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	3,8	76000	2351,4	26621	1900	1679	228,1	32779,5	43220,5	131,8
	Т+Х	4,6	92000	8157,6	26621	1900	1679	228,1	38585,7	53414,3	138,4
	Т+Х+Н	5,4	108000	8216,8	26621	1900	1679	228,1	38644,9	69355,1	179,5
Ивушка 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	2,6	52000	2351,4	26621	1900	1679	228,1	32779,5	19220,5	58,6
	Т+Х	4,2	84000	8157,6	26621	1900	1679	228,1	38585,7	45414,3	117,6
	Т+Х+Н	4,8	96000	8216,8	26621	1900	1679	228,1	38644,9	57355,1	148,4
Эльдорадо 10-20 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	3,8	76000	2248,1	26621	1900	1679	228,1	32676,2	43323,8	132,6
	Т+Х	4,3	86000	7799,0	26621	1900	1679	228,1	38227,1	47772,9	124,9
	Т+Х+Н	4,8	96000	7855,6	26621	1900	1679	228,1	38283,7	57716,3	150,7
Эльдорадо 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	3,2	64000	2248,1	26621	1900	1679	228,1	32676,2	31323,8	95,8
	Т+Х	4,1	82000	7799,0	26621	1900	1679	228,1	38227,1	43772,9	114,5
	Т+Х+Н	4,8	96000	7855,6	26621	1900	1679	228,1	38283,7	57716,3	150,7
Бірлік КВ 10-20 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	3,8	76000	2932,8	26621	1900	1679	228,1	33360,9	42639,1	127,8
	Т+Х	4,1	82000	10174,6	26621	1900	1679	228,1	40602,7	41397,3	101,9
	Т+Х+Н	4,7	94000	10248,7	26621	1900	1679	228,1	40676,8	53323,2	131,0
Бірлік КВ до 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	3,2	64000	2932,8	26621	1900	1679	228,1	33360,9	30639,1	91,8
	Т+Х	4,4	88000	10174,6	26621	1900	1679	228,1	40602,7	47397,3	116,7
	Т+Х+Н	5,1	102000	10248,7	26621	1900	1679	228,1	40676,8	61323,2	150,7

Таблица Д.3 – Экономические показатели применения обработки семян препаратами на разных сроках посева при фитосанитарной оптимизации посевов сортов сои, 2023 г.

Сорт, срок посева	Вариант обработки	Прибавка от контроля, ц/га	Стоимость дополнительно полученной продукции, тг	Обработка семян	Обработки по вегетации	ГСМ	Заработная плата	Амортизация	Всего затраты	Чистый доход тг/га	Рентабельность, %
Ивушка 10-20 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	3,6	75780	2351,4	29815	2453	1847	228,1	36694,5	39085,5	106,5
	Т+Х	4,4	92620	8157,6	29815	2453	1847	228,1	42500,7	50119,3	117,9
	Т+Х+Н	4,9	103145	8216,8	29815	2453	1847	228,1	42559,9	60585,1	142,3
Ивушка 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	2,8	58940	2351,4	29815	2453	1847	228,1	36694,5	22245,5	60,6
	Т+Х	3,7	77885	8157,6	29815	2453	1847	228,1	42500,7	35384,3	83,2
	Т+Х+Н	4,4	92620	8216,8	29815	2453	1847	228,1	42559,9	50060,1	117,6
Эльдорадо 10-20 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	3,0	63150	2248,1	29815	2453	1847	228,1	36591,2	26558,8	72,5
	Т+Х	4,0	84200	7799,0	29815	2453	1847	228,1	42142,1	42057,9	99,8
	Т+Х+Н	4,8	101040	7855,6	29815	2453	1847	228,1	42198,7	58841,3	139,4
Эльдорадо 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	2,1	44205	2248,1	29815	2453	1847	228,1	36591,2	7613,8	20,8
	Т+Х	3,2	67360	7799,0	29815	2453	1847	228,1	42142,1	25217,9	59,8
	Т+Х+Н	3,5	73675	7855,6	29815	2453	1847	228,1	42198,7	31476,3	74,5
Бірлік КВ 10-20 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	3,7	77885	2932,8	29815	2453	1847	228,1	37275,9	40609,1	108,9
	Т+Х	4,2	88410	10174,6	29815	2453	1847	228,1	44517,7	43892,3	98,5
	Т+Х+Н	4,5	94725	10248,7	29815	2453	1847	228,1	44591,8	50133,2	112,4
Бірлік КВ до 20-30 мая	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ТМТД	2,0	42100	2932,8	29815	2453	1847	228,1	37275,9	4824,1	12,9
	Т+Х	3,1	65255	10174,6	29815	2453	1847	228,1	44517,7	20737,3	46,5
	Т+Х+Н	3,4	71570	10248,7	29815	2453	1847	228,1	44591,8	26978,2	60,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица Е.1 – Корреляционный анализ взаимосвязи ГТК с развитием патогенов *Fusarium spp.*

Сорт	Срок посева	Коэффициент корреляции	Характер взаимосвязи
Ивушка	10-20 мая	0,64	Положительный средний
Эльдорадо	10-20 мая	0,78	Положительный сильный
Бірлік КВ	10-20 мая	0,83	Положительный сильный
Ивушка	20-30 мая	0,77	Положительный сильный
Эльдорадо	20-30 мая	0,80	Положительный сильный
Бірлік КВ	20-30 мая	0,83	Положительный сильный

Таблица Е.2 – Корреляционный анализ взаимосвязи ГТК с развитием патогенов *Alternaria spp.*

Сорт	Срок посева	Коэффициент корреляции	Характер взаимосвязи
Ивушка	10-20 мая	0,76	Положительный сильный
Эльдорадо	10-20 мая	0,80	Положительный сильный
Бірлік КВ	10-20 мая	0,80	Положительный сильный
Ивушка	20-30 мая	0,74	Положительный сильный
Эльдорадо	20-30 мая	0,75	Положительный сильный
Бірлік КВ	20-30 мая	0,75	Положительный сильный

Таблица Е.3 – Корреляционная связь между гидротермическим коэффициентом (ГТК) и основными агрономическими показателями сои

Сорт	Полевая всхожесть		Выживаемость		Урожайность	
	Коэффициент корреляции	Характер взаимосвязи	Коэффициент корреляции	Характер взаимосвязи	Коэффициент корреляции	Характер взаимосвязи
Срок посева 10-20 мая						
Ивушка	0,41	Средняя	0,82	Сильная	0,91	Сильная
Эльдорадо	0,55	Средняя	0,90	Сильная	0,96	Сильная
Бірлік КВ	0,55	Средняя	0,90	Сильная	0,97	Сильная
Срок посева 20-30 мая						
Ивушка	0,33	Слабая	0,78	Сильная	0,89	Сильная
Эльдорадо	0,58	Средняя	0,92	Сильная	0,97	Сильная
Бірлік КВ	0,37	Слабая	0,78	Сильная	0,98	Сильная