

На правах рукописи



ШАПЕНКОВА СВЕТЛАНА ВЛАДИСЛАВОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ НА СЕМЕННЫЕ ЦЕЛИ В УСЛОВИЯХ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Улан-Удэ – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»

Научный руководитель: **Сагирова Роза Агзамовна**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры земледелия и растениеводства
ФГБОУ ВО «Иркутский государственный
аграрный университет имени А.А. Ежевского»

Официальные оппоненты: **Гущина Вера Александровна**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
зав. кафедрой растениеводства и лесного
хозяйства ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный аграрный университет»

Виноградов Дмитрий Валериевич,
доктор биологических наук, профессор,
зав. кафедрой агрономии и защиты растений
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный
агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Ведущая организация: ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Всероссийский научно-исследовательский
институт масличных культур имени
В.С. Пустовойта»

Защита диссертации состоится «29» сентября 2026 года в 15³⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.042.01 при ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова» по адресу: 670024, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. 8.
тел. +7(3012)-44-22-61; e-mail: diss_sovet@bgsha.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова», на сайте академии <http://www.bgsha.ru>, и на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации <http://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «_____» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

Соболев
Виктор Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. В условиях Иркутской области наибольший интерес для возделывания представляют культуры семейства Капустные. Наряду с распространяющейся в последние годы культурой – рапсом, перспективной является горчица белая, которая успешно возделывается во многих регионах нашей страны (Лукомец, В.М., 2010; Прахова Т.Я., 2024; Гущина В.А., 2025; Виноградов Д.В., 2023 и др.).

Горчица белая – перспективная культура, с высоким потенциалом семенной продуктивности от 1,9 до 2,5 т/га. Хорошо произрастет как при высокой влажности, так и в засушливых условиях, при этом имеет короткий вегетационный период от 65 до 90 дней (Трубина В.С., 2017). Горчица белая обладает комплексом ценных биолого-хозяйственных достоинств и разнообразием применения: возделывают с целью получения масла, которое можно использовать в технической промышленности для производства биотоплива и при изготовлении смазочных материалов (Уханов А.П., 2011; Kayacetin, F., 2023). При выращивании ее на кормовые цели обеспечивает урожайность зеленой массы от 28,0 до 35,0 т/га с высоким содержанием белка и может применяться для приготовления различных видов кормов (Сидорский Н.В., 1890; Воловик В.Т., 2020). Важна и агротехническая роль горчицы белой, она применяется как сидеральная культура (Синих Ю.Н., 2015; Бугайов В., 1999). Данная культура является хорошим предшественником, улучшает фитосанитарное состояние посевов (Хайруллин Х.Х., 2019; Мастеров А.С., 2014), а также может использоваться как самая ранняя медоносная культура (Велкова Н.И., 2014).

Степень разработанности темы исследований. В работах, отечественных ученых: Н. В. Сидорского (1890), П. А. Яхтенфельда (1944), А. А. Смирнова (1946), И. А. Минкевич (1949), Е. Ю. Зотовой (2005), Т. Я. Праховой (2009; 2024), В. М. Лукомец (2010), Н. И. Велковой, В. П. Наумкина (2014), Р. А. Сагировой (2019), Д. В. Виноградова (2019), К. В. Наумцевой (2019), В. Т. Воловик (2015; 2020), С. С. Жирных (2021), Н. Р. Таишева (2021), И. В. Кабуниной (2022), Е. Н. Ростовской (2023), Г. Н. Кузнецовой (2024), В. А. Гущиной (2025), и зарубежных исследователей И. Р. Вильдфлуш (2015), Е. Т. Нурманова (2020), Б. Т. Хамзиной (2020), А. D. Jaiswal (2015), S. Chowhan, (2023), A. Kinay (2023) были изучены особенности роста, развития, разработаны элементы технологии возделывания горчицы белой.

Цель исследований – разработать основные элементы технологии возделывания горчицы белой на семенные цели в условиях лесостепной зоны Предбайкалья.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- дать оценку продуктивности горчицы белой в сравнении с рапсом, редькой масличной и рыжиком яровым;
- определить оптимальные сроки посева горчицы белой на семенные цели;
- установить оптимальные способы посева и нормы высева, обеспечивающие наибольшую урожайность семян горчицы белой;

- провести выявление наиболее распространенных вредителей и болезней горчицы белой и определить меры защиты;
- обосновать экономическую эффективность изучаемых элементов технологии возделывания горчицы белой.

Научная новизна. Впервые в условиях лесостепной зоны Предбайкалья:

- дана оценка особенностей роста, развития и семенной продуктивности горчицы белой в сравнении с рапсом, редькой масличной и рыжиком;
- определены оптимальные сроки посева горчицы белой на семенные цели;
- установлены оптимальные способы посева и нормы высева для получения наибольшей семенной продуктивности горчицы белой;
- выявлены наиболее распространенные вредители и болезни горчицы белой и определены меры защиты;
- обоснована экономическая эффективность изучаемых элементов технологии возделывания горчицы белой.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в совершенствовании технологии возделывания горчицы белой на семенные цели в условиях лесостепной зоны Предбайкалья и ее обосновании: определен оптимальный срок посева – ранневесенний (10 мая), установлен оптимальный способ посева с шириной междурядий 30 см при норме высева 2,5 млн всхожих семян/га; обосновано применение инсектицида против крестоцветной блошки в период всходов; проведена оценка роста, развития и продуктивности горчицы белой в сравнении с рапсом, редькой масличной и рыжиком; определена экономическая эффективность изучаемых приемов возделывания. Разработанная технология позволит возделывать горчицу белую на семенные цели в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области с возможным получением урожайности семян от 1,93 до 2,01 т/га, с высокими их посевными качествами, соответствующими требованиям ГОСТа Р52325-2005.

Результаты исследований были внедрены в сельскохозяйственном предприятии АО «Куйтунская Нива» Куйтунского района Иркутской области на площади 10 га и успешно прошли производственную проверку.

Методология и методы исследований. Методология основана на обзоре научной литературы, установлении актуальности, новизны, разработки цели и задач исследований. Методы исследований включали полевые, лабораторные и производственные опыты. Учеты и наблюдения проводились в соответствии с «Методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами ВНИИМК» и «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур». Экспериментальные данные подвергались статистической обработке и анализу на основании полученных критериев достоверности по методике опытного дела, изложенной Б.А. Доспеховым.

Основные положения, выносимые на защиту:

- оценка особенностей роста, развития и семенной продуктивности горчицы белой в сравнении с рапсом, редькой масличной и рыжиком;
- семенная продуктивность горчицы белой в зависимости от сроков посева, способов посева и норм высева;

- выявление наиболее распространенных вредителей и болезней горчицы белой и меры защиты в борьбе с ними;
- экономическая оценка эффективности элементов технологии возделывания горчицы белой.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты полевых и лабораторных исследований подвергались статистической обработке, свидетельствующей о том, что полученные экспериментальные данные были математически достоверны.

Основные результаты исследований доложены на заседаниях кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, научно-практических конференциях: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. (г. Волгоград, г. Красноярск, 2020 г.), Всероссийской с международным участием научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова (г. Москва, 2021 г.), Международной научной конференции «Агробиотехнология-2021» (г. Москва, 2021 г.), XV Всероссийской конференции обучающихся «Национальное достояние России» и X Всероссийского молодежного форума «АПК-Молодежь, наука, Инновации» (г. Москва, 2021 г.), XI Международной научно-практической конференции «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии» (п. Молодежный, 2022 г.), Научно-практическая конференция, посвященная Дню Российской науки «Аграрная наука в инновационном развитии АПК Иркутской области» (п. Молодежный, 2023 г.), II этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых аграрных образовательных и научных организаций России (г. Барнаул, 2023 г.), III этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Минсельхоза России (г. Краснодар, 2023 г.).

Публикация результатов исследований. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 10 научных статьях, в том числе 4 в научных журналах, рецензируемых ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, 1 в изданиях, входящих в международную базу данных Scopus.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 167 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 7 глав, заключения, рекомендаций производству, списка литературы, приложений. Включает 18 таблиц, 21 рисунок, 42 приложения. Список литературы содержит 187 источников, в том числе 19 – на иностранных языках.

Личный вклад автора. Все исследования по теме диссертации осуществлялись под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры земледелия и растениеводства Сагировой Розы Агзамовны, включая постановку задач исследований, сбор полевого материала, получение экспериментальных данных и их математическую обработку, а также обобщение и интерпретацию полученных результатов, за что автор выражает ей глубокую благодарность и признательность.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

Проведен обзор отечественной и зарубежной научной литературы по изучаемой теме, в котором рассмотрены: народнохозяйственное значение, распространение и использование горчицы белой в сельском хозяйстве, морфобиологические особенности культуры. Изучены особенности технологии ее возделывания: сроки посева, способы посева, нормы высева, меры борьбы с основными вредителями, болезнями и сорными растениями, а также сравнительная оценка продуктивности горчицы белой с рапсом, редькой масличной и рыжиком. Результаты этого анализа позволили обосновать актуальность выбранной темы исследований.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на опытно-экспериментальном участке агрономического факультета ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ (п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область) в период с 2019 по 2021 год. Почва, по принятой классификации, отнесена к серой лесной, характеризующейся по механическому составу – тяжелосуглинистой, по агрохимическим показателям: содержание гумуса в пределах 3-4% (ГОСТ 26213-91 / ГОСТ 26213-2021), сумма поглощенных оснований – 10-20 мг-экв./100 г почвы (ГОСТ 27821-88), содержание подвижного фосфора > 250 мг/кг, обменного калия < 50 мг/кг (ГОСТ Р 54650-2011), содержание обменного кальция и магния высокое (ГОСТ 26487-85). Реакция почвенного раствора слабокислая (ГОСТ 26483-85).

Климат лесостепной зоны Предбайкалья является резко континентальным, отличается коротким летом и слабым увлажнением, так, по среднемноголетним данным, осадков выпадает всего в летний период от 220 до 260 мм, а за год от 320 до 340 мм, сумма положительных температур составляет в среднем 1500-1700°C, продолжительность безморозного периода около 94 дней.

В годы проведения исследований агроклиматические условия были разнообразными по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило дать объективную оценку возделывания горчицы белой в сравнении с традиционными культурами семейства Капустные. В 2019 году средняя температура воздуха составила 14,9°C, что на 2,4°C выше среднемноголетних данных. Кроме того, количество осадков, выпавших за вегетационный период, составило всего 294,3 мм, что позволяет считать этот год засушливым. Вегетационный период 2020 года, характеризовался засухой и неравномерным выпадением осадков. Среднесуточная температура воздуха составила 16,0°C, превысив среднемноголетние значения на 3,5°C. Общее количество осадков составило 367,2 мм, что и превысило среднемноголетнее значение на 21,8 мм. В 2021 году среднесуточная температура воздуха составила 14,1°C, что на 1,6°C выше среднемноголетней температуры. Общее количество осадков за этот период составило 378,2 мм, превысив среднемноголетние данные на 32,8 мм (рисунок 1).

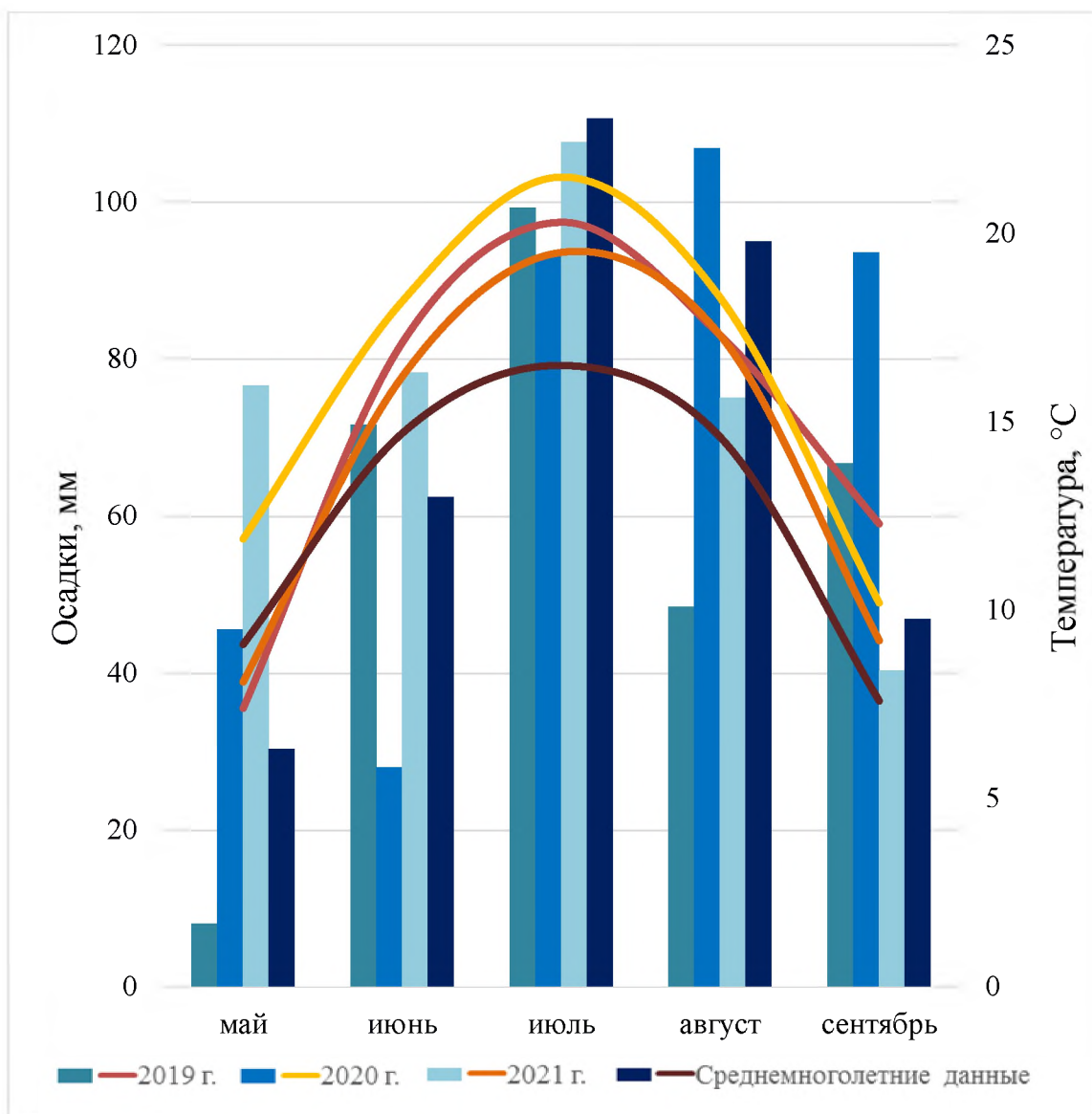


Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов 2019-2021 гг., (данные ФГБНУ Иркутский НИИСХ – филиал СФНЦА РАН, метеопост с. Пивовариха Иркутского района)

Выполнение поставленных задач осуществлялось при закладке полевых опытов, повторенных по времени в течение трех лет:

Опыт 1. Сравнительная оценка продуктивности горчицы белой с рапсом, редькой масличной и рыжиком. Закладка опыта осуществлялась в четырехкратной повторности, площадью одной делянки 25 м². В исследованиях были использованы яровые формы масличных культур районированных сортов в Иркутской области, отечественной селекции: рапс – Ратник, редька масличная – Тамбовчанка, рыжик – Чулымский, и горчица белая – Радуга. Посев семян проводился во второй декаде мая, рядовым способом, с шириной междурядий 15 см, на глубину 3-4 см, нормой высева: горчицы белой – 3,0 млн всх. семян/га; рапса – 3,0 млн всх. семян/га; редьки масличной – 2,5 млн всх. семян/га; рыжика – 7,0 млн всх. семян/га.

Опыт 2. Изучение влияния сроков посева на продуктивность горчицы белой. Изучение сроков посева горчицы белой проводилось при рядовом посеве (15 см) с

нормой высева 2,0 млн всх. семян/га. Схема полевого опыта включала в себя четыре срока посева: 1-й – ранневесенний (10 мая), 2-й – средневесенний (20 мая), 3-й – поздневесенний (30 мая), 4-й – летний (10 июня).

Опыт 3. Изучение влияния способа посева и норм высева на продуктивность горчицы белой. Посев семян осуществлялся во второй декаде мая. Схема двухфакторного полевого опыта включала следующие варианты факторов: Фактор А – способ посева: А₁ – рядовой с междурядьями 15 см; А₂ – широкорядный с междурядьями 30 см; А₃ – широкорядный с междурядьями 60 см. Фактор В – нормы высева (млн всх. семян/га): В₁ – 1,5; В₂ – 2,0; В₃ – 2,5; В₄ – 3,0.

Опыты по изучению сроков посева, способов посева и норм высева горчицы белой закладывались в четырехкратной повторности. Размещение делянок систематическое. Площадь делянок 25 м². Семена горчицы белой, имели следующие показатели: энергия прорастания составила в среднем 97,9%, лабораторная всхожесть – 98,7%, масса 1000 семян – 4,96 г. Предшественник – картофель. Основная и предпосевная подготовка почвы при закладке опытов применялась согласно рекомендациям, принятым для лесостепной зоны Предбайкалья. Перед посевом в почву вносили аммиачную селитру в качестве стартовой дозы 30 кг д.в./га. В начале вегетации проводилась обработка посевов от крестоцветной блошки инсектицидом Децис Профи, ВДГ (дельтаметрин 250 г/л). В исследованиях в опыте по изучению способов посева – при ширине междурядий 60 см, проводили 3 междурядные обработки. Уборку проводили в фазе полного созревания прямым комбайнированием.

Закладка опытов, наблюдения, учеты и анализы проводились в соответствии с Методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами ВНИИМК и Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и ГОСТам. Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась в соответствии с методикой опытного дела Б.А. Доспехова. Экономическую оценку проводили на основании технологических карт возделывания горчицы белой. Масличность семян, исследуемых культур определяли по ГОСТ 10857-64 в ФГБУ Иркутская МВЛ.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В СРАВНЕНИИ С РАПСОМ, РЕДЬКОЙ МАСЛИЧНОЙ И РЫЖИКОМ

Сравнение горчицы белой с рапсом, редькой масличной и рыжиком показало, что период посев-всходы у культур составил в среднем 5-7 дней. Наиболее раннее цветение отмечалось у горчицы белой на 36-й день вегетации, опередив на 17 дней наступление данной фазы у рапса, также более раннее цветение отмечалось у редьки масличной и рыжика ярового – на 40-й день. Продолжительность вегетационного периода у горчицы белой находилась на одном уровне с редькой масличной и составляла в среднем за годы исследований 89-90 дней, тогда как у рапса созревание семян отмечалось лишь на 95-й день после посева – 23 августа. Самое раннее достижение уборочной спелости отмечалось у рыжика на 78-й день вегетации. Содержание масла в семенах горчицы белой и рыжика находилось на одном уровне и составило 35,8 и 34,9%, в семенах рапса – 37,7%, а самое низкое

было у редьки масличной – 29,8%. У редьки масличной и горчицы белой биологическая урожайность семян находилась на одном уровне и составила 2,12 и 2,02 т/га, по фактической урожайности – 1,59 и 1,50 т/га, соответственно. Наибольшую урожайность семян обеспечил рапс (2,17 и 1,63 т/га); у рыжика отмечена наименьшая семенная продуктивность: биологическая урожайность – 1,69 т/га; фактическая урожайность – 1,27 т/га. Дисперсионный анализ сравнительной оценки семенной продуктивности изучаемых культур выявил статистически значимые различия ($P < 0,05$).

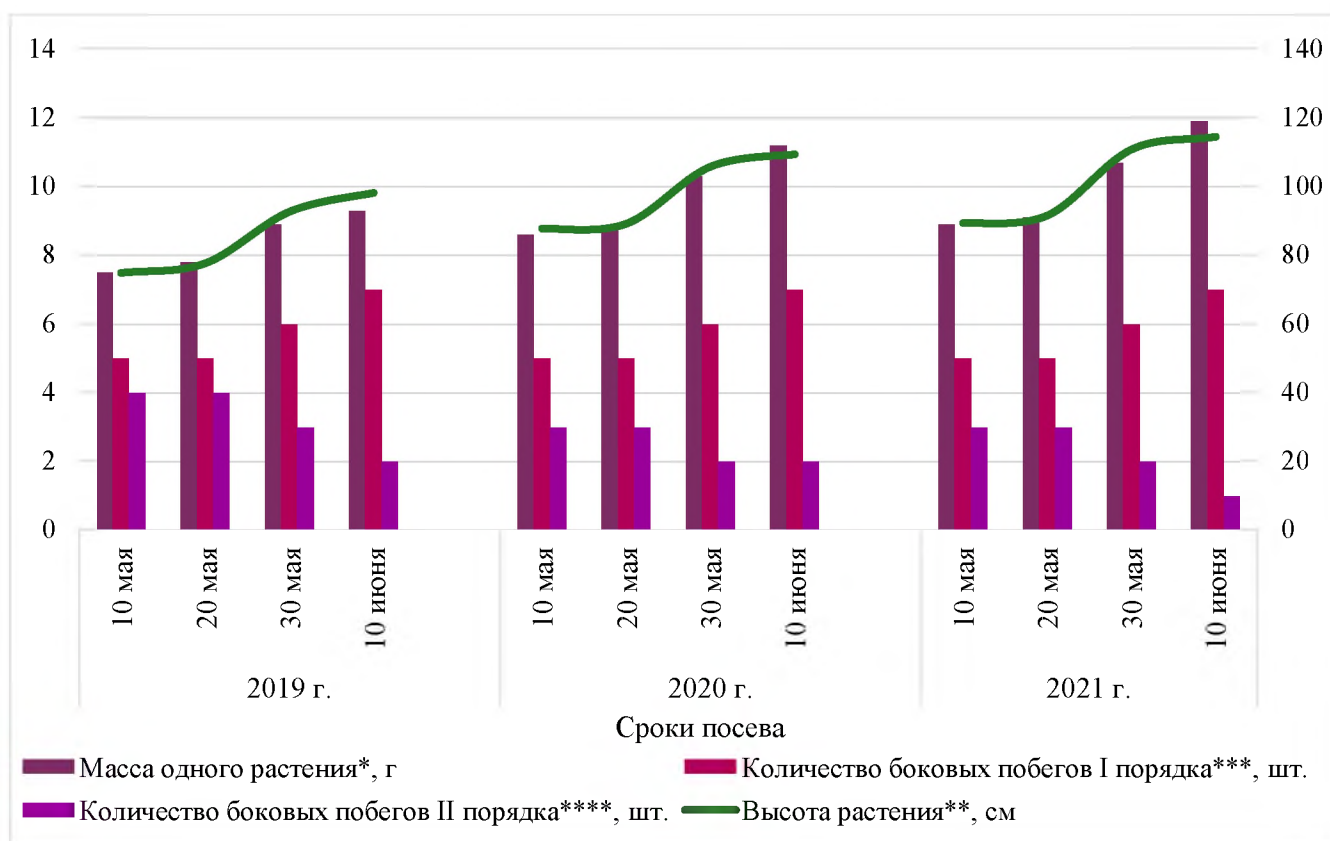
ГЛАВА 4. УРОЖАЙНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА

За годы проведенных исследований по изучению сроков посева горчицы белой наибольшие значения полевой всхожести отмечены при ранневесеннем сроке посева – 10 мая, и составили в среднем 184 шт./м² (91,9%), сохранность растений к уборке – 161 шт./м² (87,7%). При летнем сроке посева – 10 июня, наблюдалось снижение данных показателей на 13,2 и 11%, соответственно.

Таблица 1 – Продолжительность межфазных периодов горчицы белой в зависимости от сроков посева (2019-2021 гг.)

Срок посева	Посев-всходы	Всходы-бутонизация	Бутонизация-цветение	Цветение-созревание	Вегетационный период
2019 г.					
Ранневесенний – 10 мая	5	29	18	27	74
Средневесенний – 20 мая	5	31	19	31	81
Поздневесенний – 30 мая	6	34	20	38	92
Летний – 10 июня	7	37	21	39	97
2020 г.					
Ранневесенний – 10 мая	5	31	19	28	78
Средневесенний – 20 мая	5	33	20	32	85
Поздневесенний – 30 мая	7	37	21	39	97
Летний – 10 июня	8	40	22	40	102
2021 г.					
Ранневесенний – 10 мая	6	34	20	29	83
Средневесенний – 20 мая	6	37	21	33	91
Поздневесенний – 30 мая	7	40	22	40	102
Летний – 10 июня	7	43	23	41	107

Период посев-всходы составил по всем вариантам от 5 до 7 дней. Самый непродолжительный вегетационный период горчицы белой отмечался при посеве 10 мая, составив в среднем 78 дней и приходился календарно на 30 июля. Тогда как в остальных вариантах он был длиннее на 8-24 дня и отмечался в период с 17 августа по 25 сентября. Созревание семян горчицы белой в 2019 году, при всех сроках посева, наступило на 4-10 дней раньше в сравнении с последующими относительно увлажненными годами (таблица 1).



*Масса одного растения, НСР₀₅, г: 2019 г. – 0,15; 2020 г. – 0,17; 2021 г. – 0,19

**Высота растения, НСР₀₅, см: 2019 г. – 1,71; 2020 г. – 1,63; 2021 г. – 1,47

***Количество боковых побегов I порядка, НСР₀₅, шт.: 2019 г. – 1,33; 2020 г. – 1,31; 2021 г. – 1,37

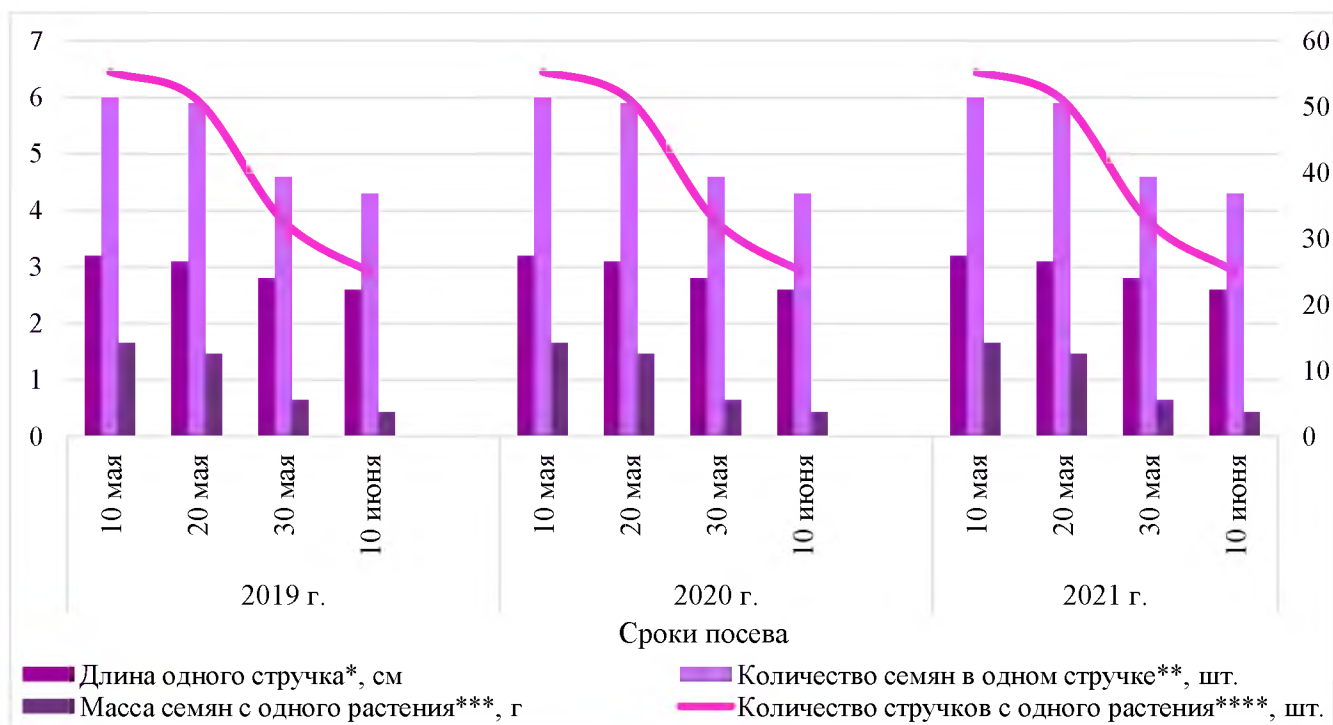
**** Количество боковых побегов II порядка, НСР₀₅, шт.: 2019 г. – 1,37; 2020 г. – 1,31; 2021 г. – 1,30

Рисунок 2 – Биометрические показатели семенной продуктивности горчицы белой в зависимости от сроков посева (2019-2021 гг.)

Высота растений горчицы белой зависела от сроков посева: при летнем сроке посева – 10 июня, растения к фазе созревания достигали высоты (в среднем по годам исследований) – 108,4 см, тогда как растения, посеянные в ранневесенний срок – 10 мая, имели меньшую высоту, составив 84,7 см.

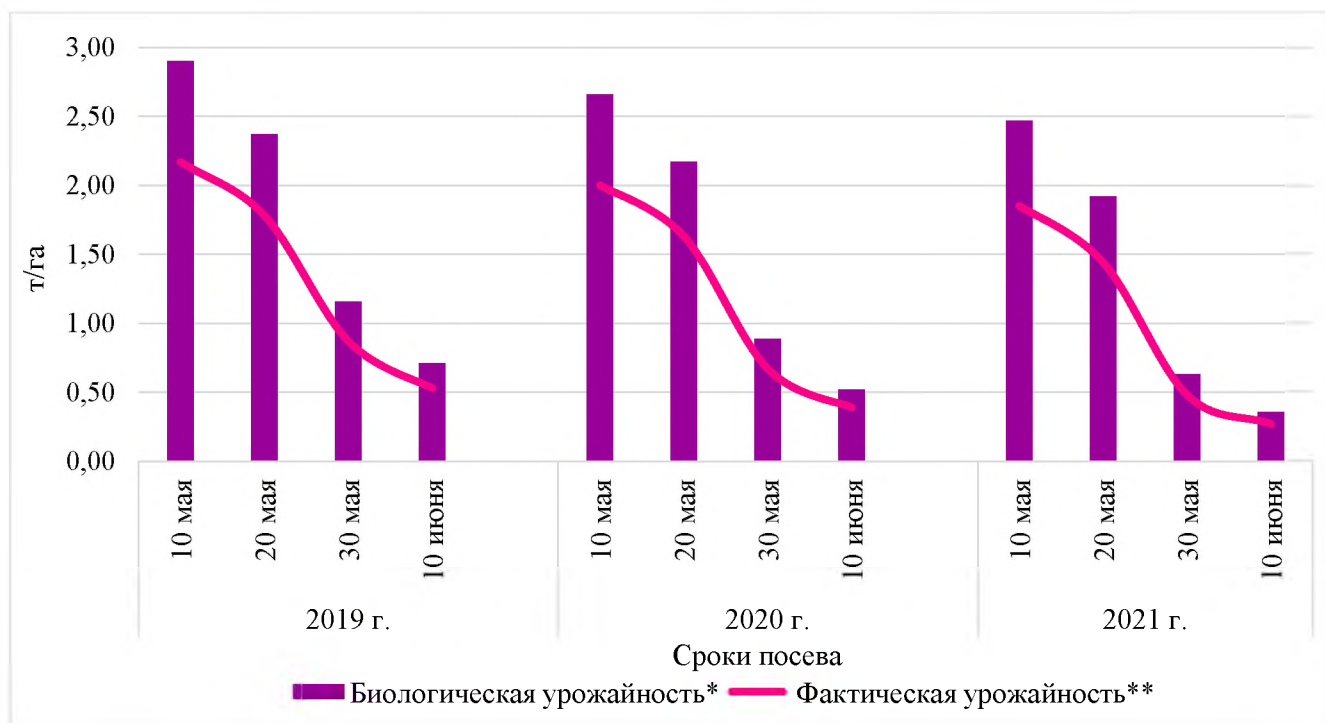
Самые лучшие биометрические показатели по семенной продуктивности получены при ранневесеннем сроке посева – 10 мая: масса отдельного растения составляла в среднем – 8,3 г, отмечалось наибольшее ветвление – определено в среднем 5 боковых побегов первого порядка и 3 боковых побега второго порядка ветвления (рисунок 2).

Анализ элементов структуры семенной продуктивности горчицы белой показал, что при ранневесеннем сроке посева – 10 мая, стручков на отдельное растение приходилось до 55,3 шт. длиной 3,2 см, с количеством семян в них до 6 шт., продуктивность семян отдельного растения достигала 1,66 г. Тогда как в варианте летнего срока посева – 10 июня, средняя длина стручков уменьшилась на 0,6 см, количество стручков – на 20,3 шт.; к тому же снижение количества стручков на растении сопровождалось одновременным уменьшением как числа семян на 1,7 шт., так и их массы с отдельного растения на 1,22 г (рисунок 3).



*Длина одного стручка, НСР₀₅, см: 2019 г. – 0,15; 2020 г. – 0,16; 2021 г. – 0,14
 **Количество семян в одном стручке, НСР₀₅, шт.: 2019 г. – 0,14; 2020 г. – 0,13; 2021 г. – 0,15
 ***Масса семян с одного растения: НСР₀₅, г: 2019 г. – 0,017; 2020 г. – 0,014; 2021 г. – 0,019
 ****Количество стручков с одного растения, НСР₀₅, шт.: 2019 г. – 1,33; 2020 г. – 1,31; 2021 г. – 1,38

Рисунок 3 – Элементы структуры семенной продуктивности горчицы белой в зависимости от сроков посева (2019-2021 гг.)

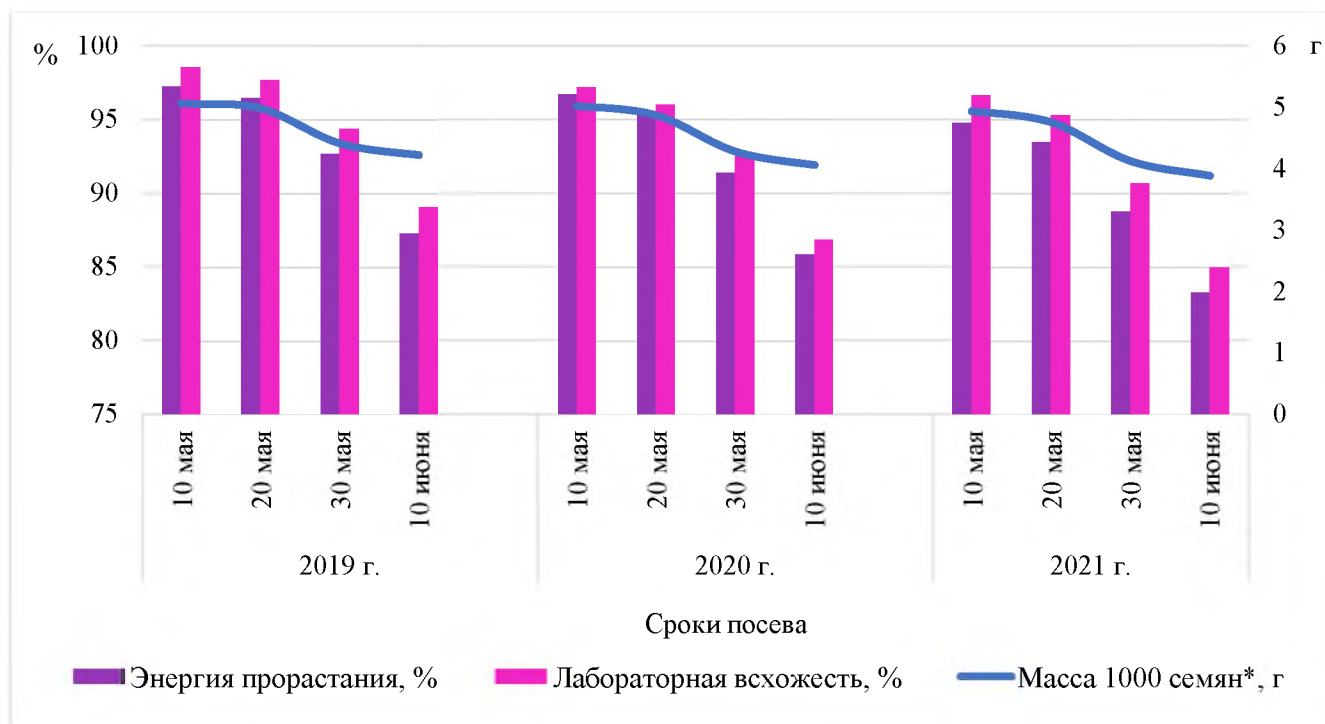


*Биологическая урожайность, НСР₀₅, т/га: 2019 г. – 0,014; 2020 г. – 0,015; 2021 г. – 0,018
 **Фактическая урожайность, НСР₀₅, т/га: 2019 г. – 0,013; 2020 г. – 0,014; 2021 г. – 0,016

Рисунок 4 – Урожайность семян горчицы белой в зависимости от сроков посева, т/га (2019-2021 гг.)

Биологическая и фактическая урожайность семян ранневесеннего срока посева горчицы белой – 10 мая, составляла 2,68 и 2,01 т/га, соответственно. Сроки посева горчицы белой 20 мая, 30 мая и 10 июня снижали семенную продуктивность в среднем от 20 до 80% (рисунок 4).

В результате проведенного дисперсионного анализа влияния сроков посева горчицы белой на ее биологическую и фактическую урожайность установлено, что срок посева оказал статистически значимое влияние на урожайность ($P < 0,05$).



*Масса 1000 семян, НСР₀₅, г: 2019 г. – 0,018; 2020 г. – 0,016; 2021 г. – 0,015

Рисунок 5 – Посевные качества семян горчицы белой после уборки урожая в зависимости от сроков посева (2019-2021 гг.)

Ранневесенний срок посева – 10 мая, обеспечивал наилучшие показатели посевных качеств: масса 1000 семян – 5,01 г, энергия прорастания – 96,3% и лабораторная всхожесть – 97,5%. В то время как посевные качества семян горчицы белой, полученные в варианте летнего срока посева – 10 июня, уступали по этим показателям семенам весеннего срока посева: энергия прорастания их уменьшилась до 85,5%, лабораторная всхожесть – до 87,0%, а масса 1000 семян – до 4,06 г (рисунок 5).

ГЛАВА 5. УРОЖАЙНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА

В зависимости от способов посева и норм высева горчицы белой наибольшие значения полевой всхожести и сохранности растений к уборке в среднем за годы исследований отмечены в вариантах посева с шириной междурядий 30 см и нормой высева 2,0 и 2,5 млн всх. семян/га: количество всходов составляло 179 (89,8%) и 222 шт./м² (89,0%); сохранность растений к уборке – 155 (86,1%) и 188 шт./м²

(84,8%), соответственно. Независимо от способа посева загущение до 3,0 млн всх. семян/га приводило к снижению данных показателей, особенно при посеве с шириной междурядий 60 см.

Учет сорной растительности показал, что наибольшее количество сорных растений (от 20,5 до 36,6 шт./м²) отмечено в вариантах при норме высева 1,5 млн всх. семян/га, увеличение нормы высева способствовало снижению количества сорняков в пределах рядка. Наименьшая численность сорных растений была отмечена в варианте с шириной междурядий 60 см и нормой высева 3,0 млн всх. семян/га, за счет проведения междурядных обработок.

Всходы горчицы белой отмечались в среднем на 5-й день после посева. Различий в прохождении фаз развития не было выявлено, за исключением фазы созревания семян, которая в варианте посева с шириной междурядий 60 см при всех нормах высева отмечалась в среднем на 80-83-й день (11-14 августа), а в вариантах рядового посева с шириной междурядий 15 см – на 85-88 день. Более короткий вегетационный период отмечен на посевах с шириной междурядий 60 см и нормой высева 1,5 млн всх. семян/га и составил 80 дней.

Суточный прирост в высоту растений во все фенологические фазы развития при всех способах посева при норме высева 1,5 млн всх. семян/га был ниже и составил от 82,5 до 86,2 см. Наибольшая высота растений – 89,5 см достигнута при рядовом посеве (15 см) с нормой высева 3,0 млн всх. семян/га. Различия в высоте растений между вариантами по изучению норм высева носили незначительный характер и составили в среднем около 4%. Больше влияние на рост растений в высоту оказал способ посева.

Наибольшая масса отдельного растения – 9,2 г получена в варианте посева с шириной междурядий 60 см и нормой высева 1,5 млн всх. семян/га. С увеличением нормы высева до 3,0 млн всх. семян/га наблюдалось снижение массы отдельного растения по всем изучаемым способам посева до 8,3 г. Способность образовывать наибольшее количество боковых побегов отмечалась при всех способах посева с нормой высева 2,0 и 2,5 млн всх. семян/га: формировалось в среднем 5 побегов первого порядка, а также от 3 до 5 и от 2 до 4 побегов второго порядка, соответственно (рисунок 6). Наибольшая же семенная продуктивность отмечалась независимо от вариантов способа посева горчицы белой при норме высева 1,5 млн всх. семян/га: длина стручка – от 3,1 до 3,3 см; количество стручков с одного растения – от 52,4 до 58,5 шт.; количество семян в одном стручке – от 6,0 до 6,2 шт.; масса семян с отдельного растения – от 1,52 до 1,78 г, но за счет того, что густота стояния растений имела меньшее значение, в целом семенная продуктивность в данном варианте была получена более низкая. Тогда как при посеве с нормой высева 3,0 млн всх. семян/га значительно снижались показатели семенной продуктивности. В связи с этим, оптимальными являются нормы высева 2,0 и 2,5 млн всх. семян/га, которые обеспечили: длину стручка в обоих вариантах – от 3,1 до 3,3 см; количество стручков с растения – от 51,0 до 56,3 шт. и от 47,4 до 50,0 шт.; количество семян в стручке – от 5,9 до 6,1 шт. и от 5,7 до 5,9 шт.; массу семян с отдельного растения – от 1,46 до 1,69 г и от 1,31 до 1,46 г, соответственно (рисунок 7).



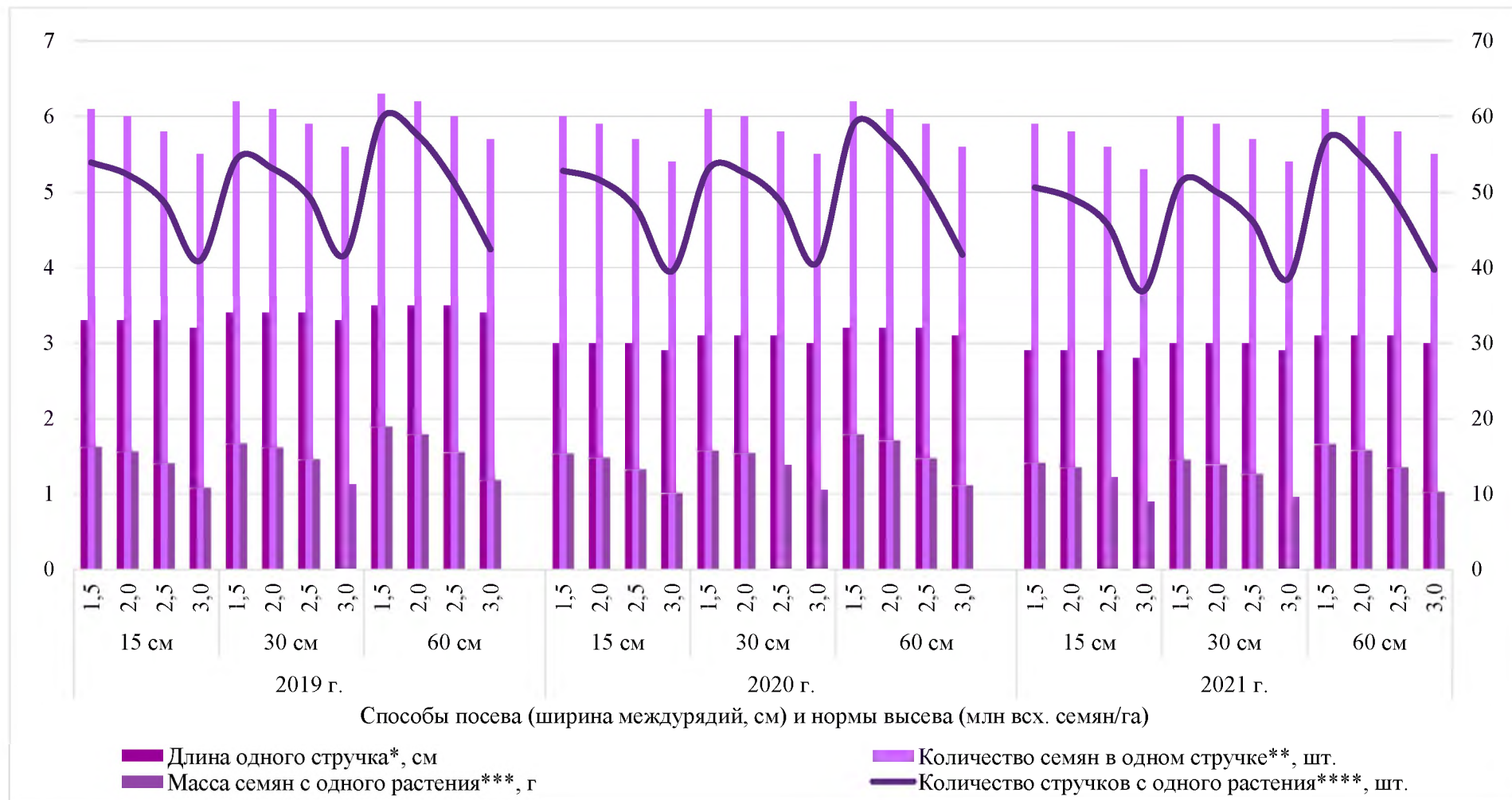
*Масса одного растения, НСР₀₅, г (фактор А): 2019 г. – 0,04; 2020 г. – 0,04; 2021 г. – 0,04; НСР₀₅, г (фактор В): 2019 г. – 0,05; 2020 г. – 0,05; 2021 г. – 0,04

**Высота растения, НСР₀₅, см (фактор А): 2019 г. – 0,19; 2020 г. – 0,14; 2021 г. – 0,11; НСР₀₅, см (фактор В): 2019 г. – 0,21; 2020 г. – 0,16; 2021 г. – 0,12

***Количество боковых побегов I порядка, НСР₀₅, шт. (фактор А): 2019 г. – 0,31; 2020 г. – 0,35; 2021 г. – 0,29; НСР₀₅, шт. (фактор В): 2019 г. – 0,37; 2020 г. – 0,38; 2021 г. – 0,43

****Количество боковых побегов II порядка, НСР₀₅, шт. (фактор А): 2019 г. – 0,32; 2020 г. – 0,33; 2021 г. – 0,37; НСР₀₅, шт. (фактор В): 2019 г. – 0,36; 2020 г. – 0,41; 2021 г. – 0,34

Рисунок 6 – Биометрические показатели семенной продуктивности горчицы белой в зависимости от способов посева и норм высева (2019-2021 гг.)



*Длина одного стручка, НСР₀₅, см (фактор А): 2019 г. – 0,04; 2020 г. – 0,05; 2021 г. – 0,05; НСР₀₅, см (фактор В): 2019 г. – 0,05; 2020 г. – 0,06; 2021 г. – 0,06

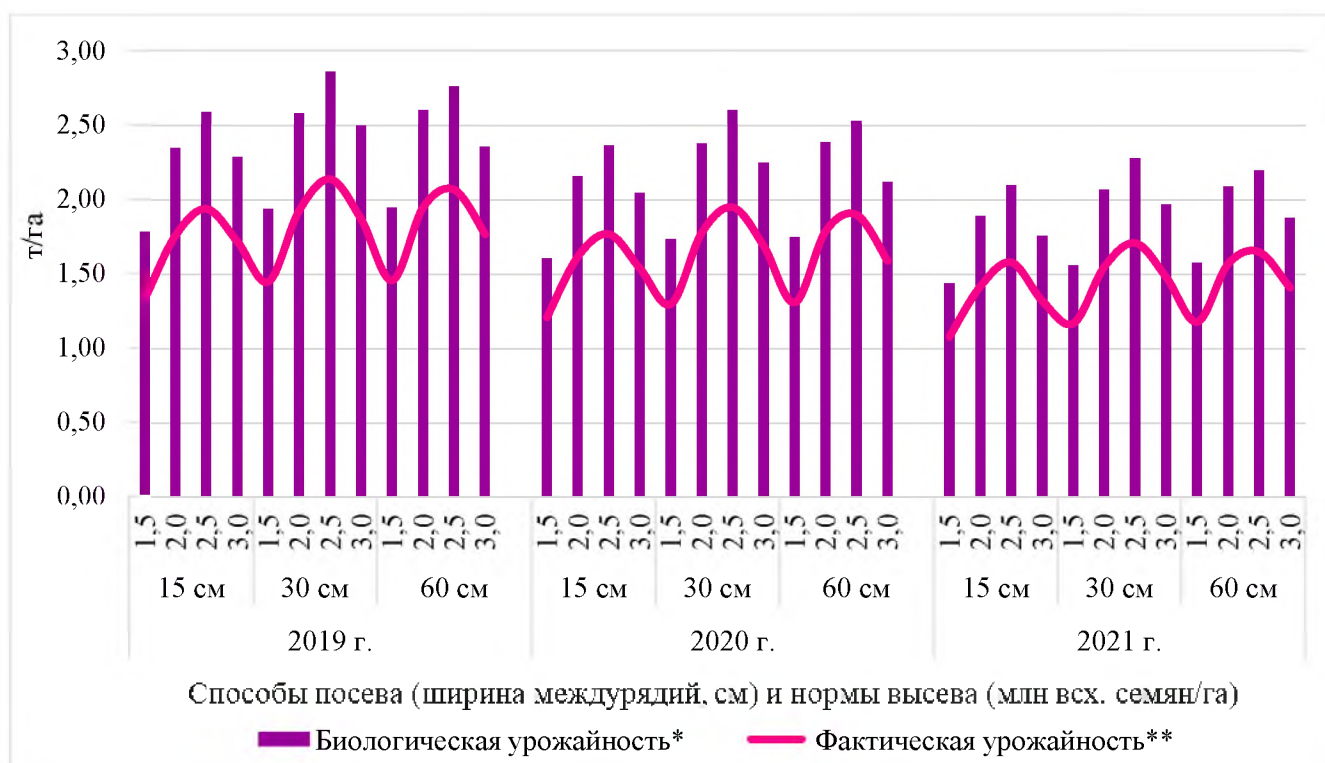
**Количество семян в одном стручке, НСР₀₅, шт. (фактор А): 2019 г. – 0,04; 2020 г. – 0,04; 2021 г. – 0,05; НСР₀₅, шт. (фактор В): 2019 г. – 0,04; 2020 г. – 0,04; 2021 г. – 0,05

***Масса семян с одного растения, НСР₀₅, г (фактор А): 2019 г. – 0,007; 2020 г. – 0,007; 2021 г. – 0,006; НСР₀₅, г (фактор В): 2019 г. – 0,009; 2020 г. – 0,008; 2021 г. – 0,007

****Количество стручков с одного растения, НСР₀₅, шт. (фактор А): 2019 г. – 0,11; 2020 г. – 0,10; 2021 г. – 0,09; НСР₀₅, шт. (фактор В): 2019 г. – 0,12; 2020 г. – 0,12; 2021 г. – 0,10

Рисунок 7 – Элементы структуры семенной продуктивности горчицы белой в зависимости от способов посева и норм высева (2019-2021 гг.)

Наибольшая урожайность семян горчицы белой была получена при норме высева 2,5 млн всх. семян/га при широкорядном способе посева с междурядьями 30 см: биологическая урожайность составила в среднем за годы исследований 2,58 т/га, фактическая урожайность – 1,93 т/га (рисунок 8).



*Биологическая урожайность, НСР₀₅, т/га (фактор А): 2019 г. – 0,011; 2020 г. – 0,008; 2021 г. – 0,005; НСР₀₅, т/га (фактор В): 2019 г. – 0,007; 2020 г. – 0,005; 2021 г. – 0,006
 **Фактическая урожайность, НСР₀₅, т/га (фактор А): 2019 г. – 0,013; 2020 г. – 0,009; 2021 г. – 0,006; НСР₀₅, т/га (фактор В): 2019 г. – 0,008; 2020 г. – 0,006; 2021 г. – 0,007

Рисунок 8 – Урожайность семян горчицы белой в зависимости от способов посева и норм высева, т/га (2019-2021 гг.)

В результате проведенного двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что фактор А – способы посева, фактор В – нормы высева и взаимодействие факторов А и В (способы посева × нормы высева) оказали статистически значимое ($P < 0,05$) влияние на урожайность горчицы белой. Наибольшее влияние имел фактор В (нормы высева), колеблясь в диапазоне по биологической урожайности от 88,67 до 89,71%; по фактической урожайности – от 88,98 до 89,47%. Фактор А (способы посева) оказал влияние на биологическую урожайность от 7,12 до 8,28%, а на фактическую – от 7,02 до 7,92%. Взаимодействие факторов А и В (способы посева × нормы высева) оказывало незначительное влияние.

Наиболее высокие показатели посевных качеств семян горчицы белой получены при посеве с шириной междурядий 60 см и 30 см и нормой высева 2,5 млн всх. семян/га в обоих вариантах и составили, соответственно, по энергии прорастания семян – 96,5 и 95,9%; по лабораторной всхожести – 97,6 и 97,1% и по массе 1000 семян – 4,95 и 4,90 г.

ГЛАВА 6. ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ ВРЕДИТЕЛЯМИ И ПОРАЖЕНИЯ БОЛЕЗНЯМИ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В СРАВНЕНИИ С РАПСОМ, РЕДЬКОЙ МАСЛИЧНОЙ И РЫЖИКОМ

В исследуемых посевах отмечалась только крестоцветная блошка, численность ее находилась на высоком уровне только в фазе всходов и превышала экономический порог вредоносности, что требовало применения средств защиты. Среднее количество крестоцветной блошки в годы исследований перед применением инсектицида значительно варьировало и составляло: у горчицы белой – 33; у рапса – 17; у редьки масличной – 28; у рыжика – 4 шт./м² (при допустимом экономическом пороге вредоносности у горчицы белой, рапса, редьки масличной, рыжика – не более 20; 3; 9 и 4 шт./м², соответственно). После применения инсектицида Децис Профи (дельтаметрин 250 г/л) установлено, что количество крестоцветных блошек (среднее за годы исследований) значительно сократилось на всех анализируемых культурах: у горчицы белой – до 7; у рапса – до 2; у редьки масличной – до 6; у рыжика – до 2 шт./м² (рисунок 9).

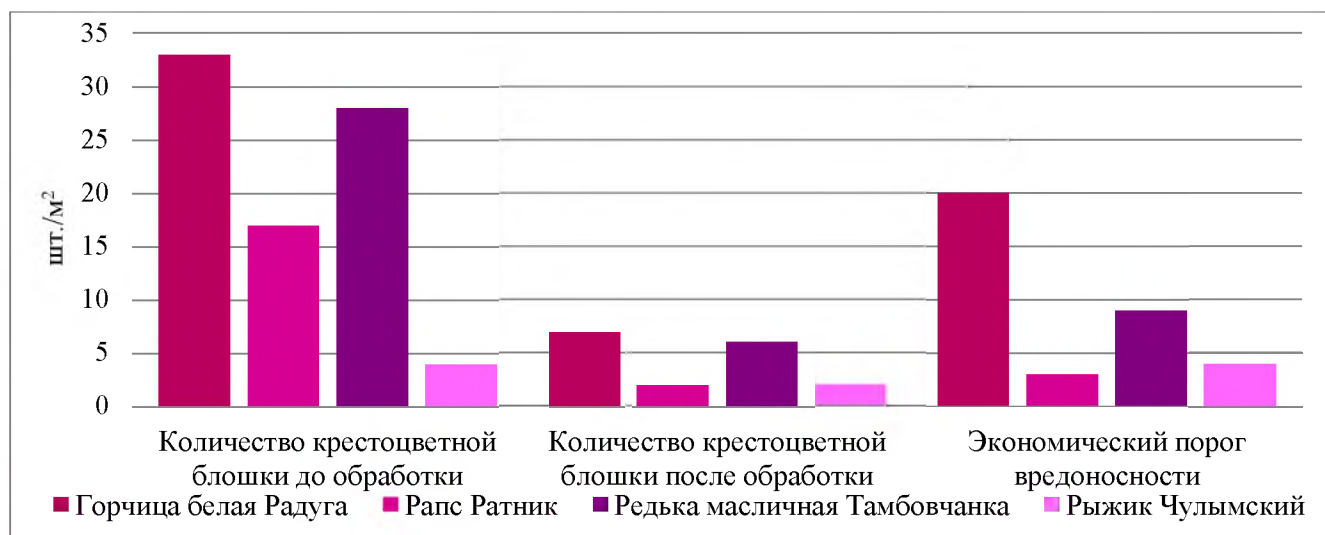


Рисунок 9 – Численность крестоцветной блошки до и после применения препарата Децис Профи (дельтаметрин 250 г/л) на посевах горчицы белой, рапса, редьки масличной, рыжика, шт./м² (в среднем за 2019-2021 гг.)

Наибольшая повреждаемость зафиксирована у рапса; у горчицы белой и редьки масличной поврежденность крестоцветными блошками составляла всего 2 балла. Наименьшая поврежденность зафиксирована у рыжика ярового.

Необходимо отметить, что проведение только одной инсектицидной обработки посевов от крестоцветной блошки в начале вегетации, предотвратило распространение данного вредителя в течение всего вегетационного периода на всех культурах, включая и горчицу белую. Обследования состояния посевов на наличие болезней показали, что незначительное единичное поражение мучнистой росой (возбудитель *Erysiphe cruciferarum*) встречалось только на культуре рыжика (в пределах всего 2,5%), в то время как на других культурах данного заболевания не отмечено.

ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗУЧАЕМЫХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Расчет экономической оценки эффективности изучаемых приемов возделывания (сроки посева, способы посева и нормы высева) горчицы белой показал, что наиболее экономически обоснованным является ранневесенний посев горчицы белой 10 мая, обеспечивающий урожайность семян в пределах 2,01 т/га, стоимость продукции – 80400 руб./га, производственные затраты – 31846 руб./га, себестоимость продукции – 15843,7 руб./т, чистый доход – 48554 руб./га и уровень рентабельности 152,5%, что в 3 и более раза превышает показатели поздневесеннего и летнего сроков посева. Оптимальным вариантом по факторам способа посева (фактор А) и нормы высева (фактор В) является широкорядный посев с междурядьями 30 см при норме высева 2,5 млн всх. семян/га, который формирует наименьшую себестоимость продукции (16483,9 руб./т), максимальный чистый доход (45386 руб./га) и высокий уровень рентабельности (142,7%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований в условиях лесостепной зоны Предбайкалья установлено следующее:

1. Продолжительность вегетационного периода у горчицы белой в сравнении с рапсом, редькой масличной и рыжиком составляет в среднем 89 дней; биологическая и фактическая урожайность семян – 2,02 и 1,50 т/га, и незначительно уступает по данным показателям рапсу, соответственно – на 0,15 и 0,13 т/га.

2. Оптимальным сроком посева горчицы белой определен ранневесенний – 10 мая, при котором обеспечивается наибольшая полевая всхожесть – 184 шт./м² (91,9%) и сохранность растений к уборке – 161 шт./м² (87,7%); короткий вегетационный период – 78 дней; лучшее ветвление и наибольшее количество стручков на растение – 55,3 шт.; продуктивность семян отдельного растения – 1,66 г; показатели посевных качеств: масса 1000 семян – 5,01 г, энергия прорастания – 96,3% и лабораторная всхожесть – 97,5%; биологическая и фактическая урожайность семян составляет, соответственно – 2,68 и 2,01 т/га.

3. Оптимальным способом посева и нормой высева горчицы белой на семенные цели является посев с шириной междурядий 30 см с нормой высева 2,5 млн всхожих семян/га. При этом варианте посева горчицы белой отмечается: наибольшая полевая всхожесть и сохранность растений к уборке; наибольшие показатели семенной продуктивности: количество семян с одного растения – 48,1 шт.; продуктивность отдельного растения – 1,37 г, что обеспечивает максимальную биологическую (2,58 т/га) и фактическую (1,93 т/га) урожайность с высокими показателями посевных качеств семян горчицы белой: энергия прорастания семян – 95,9%; лабораторная всхожесть – 97,1%; масса 1000 семян – 4,90 г.

4. Основным вредителем горчицы белой так же, как и рапса, редьки масличной и рыжика является крестоцветная блошка, повреждающая растения в фазе всходов. Однократная обработка посевов инсектицидом Децис Профи

(дельтаметрин) позволяет существенно снизить численность вредителей у горчицы белой – до 78%. Поражения болезнями у горчицы белой не отмечается.

5. Расчет экономической эффективности возделывания горчицы белой показал, что ранневесенний посев горчицы белой на семенные цели – 10 мая, обеспечивает наименьшую себестоимость продукции – 15843,7 руб./т, наибольший чистый доход – 48554 руб./га, а также наивысший уровень рентабельности – 152,5%. Посев горчицы белой с междурядьями 30 см и нормой высева 2,5 млн всхожих семян/га обеспечивает самую низкую себестоимость – 16483,9 руб./т; максимальный чистый доход – 45386 руб./га, и наибольший уровень рентабельности – 142,7%.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Горчица белая является перспективной культурой для возделывания на семенные цели в условиях лесостепной зоны Предбайкалья, так как имеет относительно короткий вегетационный период (78-89 дней) и обеспечивает получение высококачественных семян с урожайностью от 1,93 до 2,01 т/га.

2. При возделывании горчицы белой на семенные цели необходимо производить посев в ранневесенний срок – 10 мая, используя широкорядный способ посева с шириной междурядий 30 см и нормой высева 2,5 млн всхожих семян/га.

3. Для предотвращения повреждения посевов горчицы белой крестоцветной блошкой в фазе всходов при превышении экономического порога вредоносности необходимо своевременно использовать разрешенные к применению инсектициды.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи, опубликованные в изданиях, выходящих в международные базы данных, индексирующие научные публикации

1. Sagirova, R. A. Comparative evaluation of seed productivity rapeseed (*Brassica napus*), camelina (*Camelina sativa*) and white mustard (*Sinapis alba*) in conditions forest-steppe zone of Prebaikalia / R. A. Sagirova, T. B. Vlasova, S. V. Shapenkova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies (Volgograd, Krasnoyarsk, 18-20 июня 2020 года). – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – Vol. 548. – P. 22083.

Научные статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК РФ

2. Сагирова, Р. А. Сравнительная оценка возделывания масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*) в условиях Предбайкалья / Р. А. Сагирова, С. В. Шапенкова // Вестник ИрГСХА. – 2022. – № 5 (112). – С. 53-64.

3. Шапенкова, С. В. Сравнительная оценка устойчивости масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*) к болезням в условиях Предбайкалья / С. В. Шапенкова // Вестник ИрГСХА. – 2024. – № 3 (122). – С. 83-92.

4. Сагирова, Р. А. Сравнительная оценка устойчивости масличных культур семейства капустные (*Brassicaceae*) к вредителям в условиях лесостепной зоны Предбайкалья / Р. А. Сагирова, С. В. Шапенкова // Вестник Брянской ГСХА. – 2025. – № 2(108). – С. 10-14.

5. Сагирова, Р. А. Особенности роста и развития горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в зависимости от сроков посева в условиях лесостепной зоны Предбайкалья / Р. А. Сагирова, С. В. Шапенкова // Вестник ИрГСХА. – 2026. – № 1 (132). – С. 28-37.

Публикации в других научных изданиях

6. **Шапенкова, С. В.** Мониторинг распространения болезней на масличных культурах семейства капустные (*Brassicaceae*) в условиях лесостепной зоны Предбайкалья / С. В. Шапенкова, Р. А. Сагирова // Всероссийская с международным участием научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова: материалы Всероссийской с международным участием научной конференции молодых ученых и специалистов (Москва, 07-09 июня 2021 г.). – Москва: РГАУ-МСХА, 2021. – Т. 1. – С. 392-394.

7. Сагирова, Р. А. Значение горчицы белой (*Sinapis alba*), посевные площади и ее урожайность в Российской Федерации / Р. А. Сагирова, **С. В. Шапенкова** // Агробиотехнология-2021: сборник статей Международной научной конференции (Москва, 24-25 ноября 2021 г.). – Москва: РГАУ-МСХА, 2021. – С. 671-675.

8. **Шапенкова, С. В.** Оценка устойчивости масличных культур семейства капустные (*Brassicaceae*) к вредителям / С. В. Шапенкова; науч. рук. Р. А. Сагирова // Сборник тезисов работ XV Всероссийской конференции обучающихся «Национальное достояние России» и X Всероссийского молодежного форума «АПК - молодежь, наука, инновации (Москва, 24-25 марта 2021 г.). – Москва: НС Интеграция, 2021. – С. 642-643.

9. Сагирова, Р. А. Сравнительная оценка содержания масла в семенах масличных культур семейства Капустные (*Brassicaceae*) в условиях Предбайкалья / Р. А. Сагирова, **С. В. Шапенкова** // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы XI Международной научно-практической конференции (п. Молодежный, 28-29 апреля 2022 г.). – п. Молодежный: Иркутский ГАУ, 2022. – С. 137-143.

10. **Шапенкова, С. В.** Мониторинг болезней и вредителей на рапсе (*Brassica napus*), горчице белой (*Sinapis alba*), рыжике (*Camelina sativa*) и редьке масличной (*Raphanus sativus*) в условиях лесостепной зоны Предбайкалья / С. В. Шапенкова; науч. рук. Р. А. Сагирова // Аграрная наука в инновационном развитии АПК Иркутской области: сборник материалов очно-заочной научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки (п. Молодежный, 09 февраля 2023 г.). – п. Молодежный: Иркутский ГАУ, 2023. – Т. 1. – С. 177- 178.