

*На правах рукописи*

**Таишев Нурмарат Равилович**

**АДАПТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ  
ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ (SINAPIS ALBA) В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ  
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

**Саратов 2024**

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

**Научный руководитель:** **Прахова Татьяна Яковлевна**  
доктор сельскохозяйственных наук

**Официальные оппоненты:** **Виноградов Дмитрий Валериевич**  
доктор биологических наук, профессор,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», заведующий кафедрой агрономии, агрохимии и защиты растений

**Богатырева Анастасия Сергеевна**  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», доцент кафедры агробиотехнологий

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта»

Защита диссертации состоится 24 апреля 2024 года в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета 35.2.035.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, проспект им. П. Столыпина, зд. 4, стр. 3.

Е-mail: [dissovet01@sgau.ru](mailto:dissovet01@sgau.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Вавиловский университет и на сайте [www.vavilovsar.ru](http://www.vavilovsar.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

Полетаев Илья Сергеевич

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследований.** Колебания климатических ресурсов с тенденцией к повышению температуры сегодня требуют расширения ассортимента сельскохозяйственных культур, в том числе и масличных. Это возможно за счет введения в севооборот более засухоустойчивых культур, которые имеют возможность легко приспосабливаться к различным условиям возделывания. Одной из таких культур является горчица белая. Эта культура одинаково хорошо растет как в регионах с недостаточной влажностью, так и в районах с достаточным количеством осадков (Рожков А. и др., 2018; Ростова Е.Н., 2021; Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С., 2021; Жирных С.С., 2021).

Горчица белая (*Sinapis alba*) – универсальная перспективная масличная культура, которая обладает массой преимуществ перед другими капустными культурами и имеет широкий спектр применения, например, для получения растительного масла и белка (Шипиевская Е.Ю. и др., 2018; Виноградов Д.В. и др., 2019; Воловик В.Т., 2020; Жирных С.С., 2021; Велкова Н.И., 2022). В зависимости от уровня количественных параметров жирных кислот в масле горчицы его используют непосредственно в пищу и для приготовления разных блюд и продуктов. Согласно данным многих исследователей, которые указывают, что при содержании эруковой кислоты до 20-30 % горчичное масло возможно использовать в технической промышленности, и, в частности, для производства биотоплива (Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С., 2021; Велкова Н.И., 2022; Vinogradov D.V. et al., 2018; Sharma L et al., 2018; Mhatre S. et al., 2020). Горчица, с агрономической точки зрения, экологически чистый и эффективный ресурс органического вещества для почвы (Стрельникова Е.А. и др., 2018; Кшникаткина А.Н., Галиуллин А.А., 2019; Прахова Т.Я. и др., 2019; Сагирова Р.А., Шапенкова С.В., 2022).

В целом по России посевные площади под горчицей с каждым годом увеличиваются, к примеру, от 43,0 тысяч гектаров, возделываемых в 2008 году до 247,0 тысяч гектаров – в 2022 году, что указывает на повышение спроса на данную культуру. В Приволжском федеральном округе средняя площадь посева горчицы составляла в 2022 году 70,3 тыс. га, а уже в 2023 году – 147,0 тыс. га. При этом, в Пензенской области посевы горчицы занимали всего 2,7 и 6,6 тыс. га в 2022 и 2023 годах соответственно. Одной из причин этого является то, что недостаточно полно изучено влияние элементов технологии на семенную продуктивность горчицы в нестабильных климатических условиях региона.

В связи с этим, и потенциал урожайности, и экономический эффект от внедрения горчицы белой, как перспективной масличной культуры, во многом будет зависеть от применения адаптивных к местным почвенно-климатическим условиям приемов технологии возделывания. По данным многочисленных

исследователей и норма высева культуры, и обработка микроудобрениями, как семян, так и посевов, являются наиболее дешевыми и экономически эффективными приемами технологии возделывания. Поэтому вопрос разработки данных элементов возделывания горчицы белой применительно к определенным условиям произрастания в лесостепи Среднего Поволжья является важным и актуальным.

**Степень разработанности проблемы.** При написании работы были изучены труды отечественных и зарубежных ученых, которые занимаются изучением различных элементов технологии возделывания горчицы: Елфимова Ю.С. (2008), Велкова Н.И., Наумкин В.П. (2018), Васильева Т.В. (2018), Виноградов Д.В. и др. (2019), Жирных С.С. (2020), Ростова Е.Н. (2020), Кузнецова Г.Н., Полякова Р.Я. (2021), Бацазова Т.М. (2022), Прахова Т.Я. (2022), Гущина В.А., Лыкова А.С. (2022), Кабунина И.В., Прахова Т.Я. (2022), Angadi S.V. et al. (2004), Hubenko L., Lyubchich O. (2020), Turin E.N. et al. (2020) и другие. В их работах отмечены наиболее актуальные аспекты (в том числе и нормы высева, и применение удобрений) возделывания горчицы белой в различных регионах и условиях. Однако, применительно к условиям лесостепи Среднего Поволжья, приемы возделывания горчицы белой изучены недостаточно. Это и сформировало необходимость проведения соответствующих исследований.

**Цель исследований** – совершенствование технологических приемов возделывания горчицы белой за счет оптимизации нормы высева и применения различных видов микроэлементных удобрений, обеспечивающих получение высокой и стабильной урожайности маслосемян в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Задачи исследований:**

- установить оптимальную норму высева горчицы белой, обеспечивающую наибольшую урожайность, качество маслосемян и фитосанитарное состояние посевов культуры;
- определить эффективность влияния микроудобрений и регуляторов роста на урожайность семян горчицы белой;
- оценить влияние различных видов агрохимикатов на показатели качества маслосемян горчицы белой;
- дать биоэнергетическую и экономическую оценку эффективности изучаемым агроприемам при выращивании белой горчицы в лесостепи Среднего Поволжья.

**Научная новизна.** В условиях лесостепи Среднего Поволжья, с учетом гидротермического потенциала региона, изучены и оптимизированы нормы высева горчицы белой от 1,0 до 4,0 миллиона всхожих семян на гектар и

способы применения микробиологических удобрений и биорегуляторов. Установлена и рекомендована сельскохозяйственному производству оптимальная норма высева горчицы – 2,5 миллиона всхожих семян на гектар, эффективные и мало затратные микроэлементные агрохимикаты АгроВерм, Блэджек и Изагри Вита для предпосевной обработки семян и листовой подкормки растений в процессе вегетации (АгроВерм и Изагри Вита). Выявлены особенности роста растений, динамика развития фотосинтеза, урожайности, качества масличной продукции в зависимости от приемов возделывания.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в совершенствовании адаптированных приемов в технологии возделывания горчицы белой, основанной на рациональном выборе нормы высева и способа применения микроудобрений, которые обеспечили формирование наибольшей продуктивности маслосемян культуры. Выявлена оптимальная норма высева горчицы белой для условий региона, позволяющая получить до 1,69 т/га высококачественных семян. Предложены наиболее эффективные препараты для применения в качестве обработки семян и посевов (АгроВерм, Изагри Вита и Блэджек) в дозе 1,0 л/т/га, позволяющие получить урожайность семян до 1,75-1,82 т/га с масличностью до 30,0-30,6 %. Доказана высокая биоэнергетическая и экономическая эффективность рекомендованных вариантов при возделывании горчицы белой в условиях региона.

Разработанные приемы возделывания горчицы внедрены в КФХ ИП «Бареев Шамиль Анварович» Пачелмского района Пензенской области на площади 58 га, где посев горчицы с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян и некорневая подкормка микроудобрениями АгроВерм и Изагри Вита позволили получить урожайность семян до 1,85 т/га.

**Методология и методы исследований.** Методология исследований базируется на изучении научной литературы, как отечественной, так и зарубежной, определении цели и постановке задач, а также разработке исследовательской программы. В процессе работы использовались разнообразные теоретические и практические методы, включая проведение полевых опытов, лабораторные анализы, а также дисперсионную и математическую оценку экспериментальных данных.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- особенности формирования агрофитоценоза горчицы белой, урожайности и качества маслосемян в зависимости от норм высева в условиях лесостепи Среднего Поволжья;
- характер влияния агрохимикатов на рост, развитие и урожайность семян горчицы белой;

- зависимость качественных показателей маслосемян горчицы от способов применения и видов микробиологических удобрений;
- биоэнергетическая и экономическая оценка адаптивных приемов возделывания горчицы белой в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Степень достоверности и апробация работы.** Полученные результаты и их достоверность основаны на трёхлетнем исследовательском периоде, применении и использовании широкоизвестных методик и ГОСТов, математической обработке данных, а также публикациях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, апробации материалов на конференциях.

Результаты исследований и основные положения диссертационной работы были доложены на заседаниях кафедры растениеводства и лесного хозяйства Пензенского ГАУ (2020-2022 гг.), на Международных научно-практических конференциях: «Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса» (Пенза, 2022); «Инновационные технологии в АПК: теория и практика» (Пенза, 2022); «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий» (Рязань, 2023); «Актуальные проблемы науки и техники» (Уфа, 2023).

**Личный вклад автора.** Автор принимал участие в проведении полевых и лабораторных исследований, обработке и анализе данных, представлении результатов на конференциях, подготовке научных отчетов.

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы опубликованы в 11 научных статьях, из них 5 в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация представлена на 166 страницах компьютерного текста, структура ее состоит из введения, пяти глав, заключения и рекомендаций для производства. Работа содержит 24 таблицы, 12 рисунков и 34 приложения. Список использованной литературы охватывает 244 источника, в их число входит 66 работ иностранных авторов.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** представлены актуальность работы, степень научной разработанности темы, цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследований. Приводятся основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов исследований, сведения об апробации работы, количество публикаций по теме диссертации, указан объем и структура диссертации.

**В первой главе «Современное состояние изученности вопроса»** представлен анализ отечественной и зарубежной литературы по изучаемой теме. Рассмотрены агробиологические особенности горчицы белой, ее значение и перспективы использования. Проанализированы особенности приемов возделывания горчицы в различных регионах, показана эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста в современном производстве культуры.

**Во второй главе «Условия и методика проведения исследований»** приведена характеристика почвы и климатических ресурсов района исследований, схема опыта, методика проведения исследований и агротехника возделывания горчицы белой. Исследования проводились в 2020-2022 годах на опытном поле ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» ОП Пензенский НИИСХ. Выполнение поставленных задач осуществлялось при закладке трех полевых опытов:

Опыт 1. Изучение влияния нормы высева на продуктивность горчицы белой. Схема опыта включала 7 норм высева (от 1,0 до 4,0 млн. всхожих семян/га с шагом 0,5 миллиона). За контроль была принята норма высева 2,0 млн. всхожих семян/га.

Опыт 2. Оценка эффективности предпосевной обработки семян микроэлементными препаратами на урожайность и качественные показатели семян горчицы. Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без обработки); 2. Гумат +7; 3. АгроВерм; 4. Изагри Вита; 5. Мегамикс Профи; 6. Циркон; 7. Цитовит; 8. Блэкджек; 9. Изагри Форс Питание; 10. Изагри Бор; 11. Изагри Азот; 12. Изагри Фосфор; 13. Гумат К/Na. Семена обрабатывали перед посевом из расчета 1,0 л/т.

Опыт 3. Оценка влияния листовой подкормки посевов горчицы различными видами микроудобрений и регуляторов роста на ее продуктивность. Схема опыта включала: 1. Контроль (без обработки); 2. Гумат +7; 3. АгроВерм; 4. Изагри Вита; 5. Мегамикс Профи; 6. Циркон; 7. Цитовит; 8. Блэкджек; 9. Изагри Форс Питание. Обработка проводилась в фазу стеблевания культуры из расчета 1,0 л/га, ранцевым опрыскивателем.

Исследования проводили на сорте горчицы белой Люция, созданного в ОП Пензенский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный, содержание гумуса составляет в среднем 6,25 %, рН<sub>сол</sub> – 5,3.

В 2022 году период вегетации культуры протекал в избыточно-увлажненных условиях, ГТК составил 1,40. Всего здесь выпало 187,9 мм осадков, при сумме эффективных температур 1342,0°C и низких среднесуточных температурах – 16,5 °С. Условия вегетации горчицы в 2021

году характеризовались как умеренно-засушливые (ГТК 0,84), при этом средние температуры составляли 21,0 °С. Период «всходы-созревание» культуры в 2020 году характеризовался как засушливый (ГТК 0,72). Сумма выпавших осадков составила 99,3 мм при средней температуре 17,0°С.

Предшественник в опыте – чистый пар. При проведении полевых исследований применялась общепринятая зональная агротехника. Посев горчицы проводили в оптимально-ранние сроки (1 декада мая) рядовым способом сеялкой СН-16, норма высева 2,0 миллиона всхожих семян на гектар. Для защиты от повреждения крестоцветной блошкой применялась обработка инсектицидом Децис Эксперт, КЭ (0,1 л/га). Уборку проводили в фазу полного созревания прямым комбайнированием, селекционным комбайном САМПО-130. Площадь учетной делянки – 20 м<sup>2</sup>, повторность делянок – трехкратная, размещение – последовательное. Закладка всех полевых опытов и проведение учетов осуществлялось согласно действующим методикам и указаниями.

Фенологические наблюдения за фазами развития растений проводили визуально с отметкой даты полных всходов, полного цветения и полного созревания, наступление которых фиксировались при 75 % растений (Методы исследований в растениеводстве, 2014). Количество взошедших и сохранившихся к уборке растений горчицы подсчитывали на закрепленных участках (1 м<sup>2</sup>), учет засоренности посевов проводился количественно-весовым методом (Кирюшин Б.Д. и др., 2009). Показатели фотосинтеза определялись по методу Ничипоровича А.А. (1973). Определение площади листьев проводили методом высечек. Урожайность культуры определяли весовым методом, анализ структурных компонентов урожая проводили согласно Методике проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами (2010). Содержание масла, протеина в семенах, жирнокислотный состав проводили согласно ГОСТам и методикам (Методические указания по определению биохимических показателей, 1986; ГОСТ 10857-64, 2010). Посевные качества семян определяли по методике В.Г. Таранухо (2009). Биоэнергетическую и экономическую оценку проводили в соответствии с существующими методическими указаниями (Вафина Э.Ф., Сутыгин П.Ф., 2016; Михайличенко А.А. и др., 1995). Математическую и статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа в соответствии с методикой Б.А. Доспехова (1985) с использованием программы MS Excel и Statistika.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Глава 3 «Продуктивность горчицы белой в зависимости от норм высева».** В среднем за три года, полевая всхожесть горчицы белой в наших



исследованиях была достаточно высокая и варьировала в пределах 79,3-91,9 %, в зависимости от нормы высева (рисунок 1).

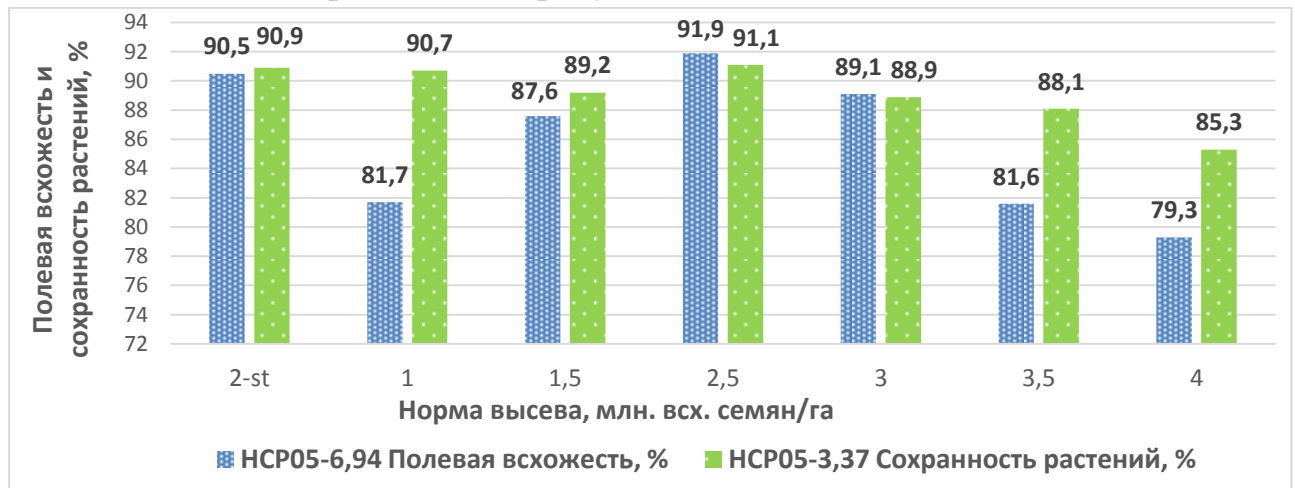


Рисунок 1 – Полевая всхожесть и сохранность растений горчицы белой к уборке, в зависимости от норм высева (2020-2022 гг.)

Наибольшие значения всхожести отмечены в варианте с нормой высева 2,5 миллиона и составила 91,9 %. При этом, всхожесть горчицы при стандартной норме высева отличалась не существенно всего на 1,4 %. При увеличении нормы высева до 4,0 миллионов всхожих семян, полевая всхожесть горчицы снижалась до 79,3 %. Данная тенденция наблюдалась во все годы исследования.

В среднем за 2020-2022 годы, сохранность растений к уборке варьировала от 85,3 % до 91,1 %. При увеличении нормы до 4,0 миллионов, количество растений на момент уборки, уменьшается до 85,3 %. Максимальный показатель сохранности растений горчицы наблюдался в варианте с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян и составил 91,1 %, что на 0,2 % выше, по сравнению с контрольным вариантом и на 0,4-5,8 % – относительно других норм высева.

**Засоренность посевов горчицы белой.** Горчица белая в начальные фазы развивается достаточно медленно, поэтому есть опасность засорения ее в фазу розетки. В среднем, за 2020-2022 годы в основном преобладали следующие разновидности сорняков: подмаренник цепкий, марь белая, щирица запрокинутая, вьюнок полевой, осот полевой, молочай лозный и однолетние злаковые сорняки. Наиболее распространенными были многолетние двудольные сорняки (43,0 %), малолетние двудольные – составляли 26,9 % от общего количества сорных растений. На долю злаковых видов приходилось 30,1 %, в основном это были растения щетинника сизого и куриного проса.

Наибольшей засоренностью отличался вариант с нормой высева 1,0 миллион, число сорняков составило в сумме 37 шт./м<sup>2</sup>. При увеличении нормы

высева горчицы число сорных растений снижалось до 21 шт./м<sup>2</sup> в варианте с нормой высева 4,0 миллиона, где была отмечена наименьшая засоренность.

**Продуктивность фотосинтеза горчицы белой.** В фазу розетки площадь листьев в посевах горчицы, в зависимости от норм высева, составляла 7,4-19,2 тыс. м<sup>2</sup>/га и увеличивалась до фазы цветения, где ассимиляционная поверхность культуры достигала максимальной величины 28,6-42,8 тыс. м<sup>2</sup>/га. Далее, в связи с пожелтением и частичным отмиранием листьев, площадь листьев снижалась, и в фазу спелости составляла 9,8-16,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, в зависимости от норм высева.

В среднем за три года наибольшая площадь листьев отмечена в варианте с нормой высева 2,5 млн. всхожих семян /гектар и составила 42,8 тыс. м<sup>2</sup>/га в фазу цветения. Наименьшую листовую поверхность культура сформировала в варианте с нормой высева 4,0 миллиона (28,6 тыс. м<sup>2</sup>/га).

Величина ФП горчицы колебалась от 346,9 до 391,9 тыс. м<sup>2</sup> × сутки /га в зависимости от нормы высева. Наибольший показатель ФП был сформирован в варианте с нормой высева 2,5 миллиона и составил 391,9 тыс. м<sup>2</sup> × сутки /гектар. В вариантах при нормах высева 2,0 и 3,0 миллиона данный показатель снижался не существенно и составил 387,4 и 386,3 тыс. м<sup>2</sup> × сутки /га, соответственно. Различия составили всего 4,5 и 5,6 тыс. м<sup>2</sup> × сутки /га, при наименьшей существенной разности 12,31 тыс. м<sup>2</sup> × сутки /га (таблица 1).

Таблица 1 – Фотосинтетическая деятельность горчицы белой в зависимости от норм высева, (2020-2022 гг.)

Нормы высева, млн. всх. семян/га	Максимальная площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП (фотосинтетический потенциал), тыс. м <sup>2</sup> × сутки /га	ЧПФ (чистая продуктивность фотосинтеза), г/м <sup>2</sup> × сутки
2,0 - st	39,9	387,4	2,90
1,0	31,6	347,2	2,49
1,5	34,3	349,6	2,57
2,5	42,8	391,9	3,01
3,0	39,9	386,3	2,84
3,5	33,8	371,8	2,76
4,0	28,6	346,9	2,61
НСР <sub>05</sub>	1,44	12,31	0,08

Наилучший показатель ЧПФ, в среднем за три года, был отмечен в варианте с нормой высева 2,5 миллиона и составил 3,01 г/м<sup>2</sup> × сутки. Данная тенденция сохраняется во все годы исследований.

**Семенная продуктивность и структура урожая горчицы.** Урожайность горчицы за годы исследований (2020-2022 гг.) составила 1,41-1,69 т/га. Максимальная урожайность семян горчицы отмечена в варианте с нормой 2,5 миллиона всхожих семян на гектар и составила 1,69 т/га. Однако, при нормах

высева 2,0 и 3,0 миллиона урожай горчицы снижается не существенно, всего на 0,04 и 0,09 при наименьшей существенной разности 0,12 т/га (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность горчицы белой, в зависимости от нормы высева

Нормы высева, млн. всх. сем. /га	Урожайность, т/га			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
2,0 - st	1,60	1,62	1,73	1,65
1,0	1,41	1,50	1,53	1,48
1,5	1,51	1,59	1,55	1,55
2,5	1,67	1,72	1,68	1,69
3,0	1,55	1,64	1,61	1,60
3,5	1,43	1,51	1,59	1,51
4,0	1,27	1,46	1,50	1,41
НСР <sub>05</sub>	0,09	0,07	0,11	0,12

При отклонении нормы высева в ту или другую сторону, урожайность семян снижается, и минимум отмечен в вариантах с нормой высева 4,0 миллиона (1,41 т/га) и 1,0 миллион (1,48 т/га) всхожих семян.

Наиболее низкая урожайность горчицы (1,27-1,67 т/га) сформировалась в 2020 году, с максимальным показателем при норме высева 2,5 и минимальным – при норме высева 4,0 миллиона. В 2021 и 2022 годах продуктивность горчицы была на одном уровне и составила 1,46-1,72 и 1,50-1,68 т/га. Следует отметить, что наибольшее влияние на формирование семян оказывают погодные условия в фазу «цветение-созревание». Данная фаза в оба года отличалась увлажненными условиями, гидротермический коэффициент составил 1,14 и 1,48. Это подтверждает биологическую характеристику горчицы, которая обуславливает ее высокую потребность влаги во время цветения и созревания.

В среднем за три года более крупные семена горчицы получены в варианте с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян, масса 1000 семян которых достигала 6,19 г. Самые низкие показатели крупности семян отмечены в вариантах с нормой высева 4,0 миллиона – 5,92 г (таблица 3).

Таблица 3 – Элементы структуры урожая горчицы белой (2020-2022 гг.)

Нормы высева, млн. всх. сем./га	Количество ветвей на растении, шт.	Число стручков на 1 растении, шт.	Кол-во семян в 1 стручке, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
2,0 - st	3,9	46,6	5,4	2,84	6,09
1,0	5,6	69,1	5,9	2,38	6,00
1,5	5,5	47,2	5,7	2,68	6,15
2,5	5,0	48,8	5,7	3,47	6,19
3,0	3,9	38,5	5,1	2,24	5,97
3,5	3,2	37,0	5,0	1,79	5,97
4,0	3,2	35,9	4,9	1,64	5,92
НСР <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	8,7	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	0,75	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>

Наибольшее число ветвей и стручков на растении отмечено в варианте с нормой высева 1,0 миллион, что составило соответственно 5,6 и 69,1 штук. Продуктивность одного растения варьировала от 1,64 г в варианте с нормой высева 4,0 миллиона до 3,47 г в варианте с нормой высева 2,5 миллиона.

**Качественные показатели семян горчицы белой.** В среднем, за три года изучения масличность горчицы была достаточно высокой и варьировала от 26,22 до 30,06 % (рисунок 2).

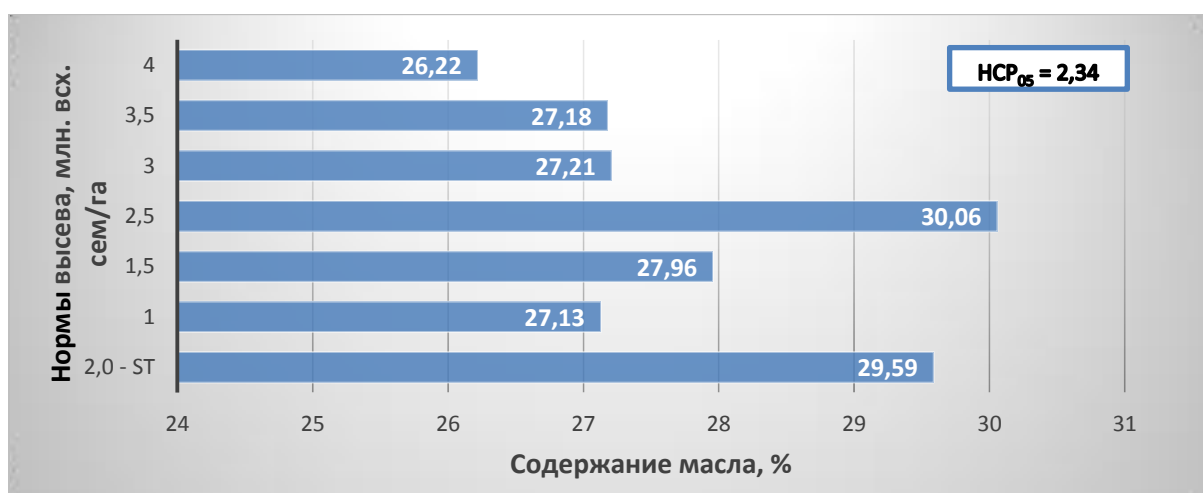


Рисунок 2 – Содержание масла в семенах горчицы белой (2020-2022 гг.)

Отмечена тенденция увеличения масличности семян с повышением густоты стояния растений до определенного предела. Так, в варианте с нормой высева 1,0 миллион содержание жира в семенах составило 27,13 %. При увеличении нормы высева до 2,5 миллионов, масличность повышается до 30,06 %. При дальнейшем загущении посевов (до 4,0 миллионов) содержание жира снижается на 2,88-3,84 %. Наибольшее содержание масла отмечено в варианте с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян на гектар (30,06 %). При этом, масличность семян в варианте с нормой высева 2,0 миллиона отличалось не существенно, всего на 0,47 % при наименьшей существенной разности 2,34 %. Низкой масличностью характеризовался вариант с нормой высева – 4,0 миллиона (26,22 %).

Масло горчицы состоит из полиненасыщенных, мононенасыщенных и насыщенных жирных кислот, большая доля из которых приходится на олеиновую и эруковую кислоты. Наибольшее содержание олеиновой кислоты (29,43 %) отмечено в маслосеменах при норме высева 2,0 миллиона всхожих семян. Максимальная концентрация эруковой кислоты отмечена в вариантах с нормами 1,5 (31,97 %) и 3,5 миллиона (31,81 %). Наименьшее содержание эруковой кислоты отмечено при посеве горчицы с нормами 2,0 и 2,5 миллиона всхожих семян и составляет 29,81 и 29,63 %.

#### Глава 4 «Влияние микроэлементных удобрений на продуктивность горчицы белой».

**Посевные качества семян и формирование стеблестоя горчицы, в зависимости от микроудобрений.** Многие ученые отмечали, что урожайность сельскохозяйственных культур непосредственно зависит от темпа первоначального роста семени.

Лабораторные исследования показали, что при обработке семян микроудобрениями и стимуляторами роста, энергия их прорастания составила 69,4-79,7 %, при 73,7 % в контроле. Лабораторная всхожесть варьировала от 80,10 % до 96,03 %, при наибольших ее значениях (свыше 90 %) в вариантах с обработкой Цирконом, АгроВермом, Цитовитом, Блэджком и Изагри Витой, которые составляют 91,10-96,03 %. Наиболее интенсивная сила роста семян отмечена в вариантах с применением АгроВерма и Блэджка, где длина ростков составила 5,36 и 5,41 см и масса 100 ростков – 4,28 и 4,53 г, что на 1,13 и 1,38 г выше по сравнению с контролем.

Наибольшая полевая всхожесть культуры отмечена в вариантах с использованием микроудобрений Блэджек (93,9 %) и Изагри Вита (92,4 %), которые способствовали увеличению полноты всходов на 10,7-12,2 % относительно контроля. Низкий процент появления всходов (81,9-82,9 %) отмечен в варианте с обработкой препаратами Изагри Азот, Изагри Фосфор и Изагри Бор, что превышало контроль всего на 0,2-1,2 % (таблица 4).

Таблица 4 – Полевая всхожесть, сохранность и показатели фотосинтеза горчицы белой (2020-2022 гг.)

Вариант	Полевая всхожесть, %	Сохранность к уборке, %	Мах площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП, тыс. м <sup>2</sup> *сут./га	ЧПФ, г/ м <sup>2</sup> *сут.
Контроль	81,7	86,8	41,6	328,2	2,81
Циркон	87,9	92,4	43,6	371,8	2,97
АгроВерм	88,9	93,4	45,9	402,2	3,32
Цитовит	86,3	91,5	42,0	352,0	3,03
Мегамикс	89,5	91,4	41,4	372,7	3,15
Гумат К/Na	86,6	90,8	40,7	336,1	2,91
Гумат +7	83,3	90,6	41,5	396,0	2,95
Блэджек	93,9	93,0	46,3	408,3	3,18
Изагри Форс	84,5	89,9	43,5	378,9	3,13
Изагри Вита	92,4	92,4	43,5	400,8	3,29
Изагри Бор	82,5	88,6	41,6	339,4	2,95
Изагри Азот	82,9	90,7	42,7	383,5	3,01
Изагри Фосфор	81,9	88,1	40,9	331,2	2,94
НСР <sub>05</sub>	7,25	2,94	0,88	22,51	0,25

Максимальный показатель сохранности горчицы к уборке наблюдался в вариантах при использовании биостимулятора Блэджек (93,0 %) и

микроудобрения АгроВерм (93,4 %), что на 6,2 и 6,6 % выше по сравнению с контрольным вариантом.

На момент максимального образования фотосинтетической поверхности (в фазу цветения) средняя величина площади листьев горчицы составила 40,7-46,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, в зависимости от применения микроудобрений, при 41,6 тыс. м<sup>2</sup>/га в контроле. Наиболее существенное увеличение ассимиляционной поверхности было на фоне препаратов АгроВерм (45,9 тысяч м<sup>2</sup>/га) и Блэкджек (46,3 тысяч м<sup>2</sup>/га), превышение составило 4,3-4,7 тысяч м<sup>2</sup>/га, при НСР равной 0,88 тысяч м<sup>2</sup>/га. Фотосинтетический потенциал, в среднем, варьировал в пределах от 328,2 до 408,3 тыс. м<sup>2</sup>×сутки/га. Максимальная его величина отмечена в варианте с применением Блэкджека (408,3 тыс. м<sup>2</sup>/га×сутки), что на 80,1 тыс. м<sup>2</sup>/га×сутки превышало вариант без обработки. Прибавка ЧПФ горчицы по вариантам с применением микроудобрений составила 0,13-0,48 г/м<sup>2</sup>\*сутки относительно контроля. Наибольший показатель ЧПФ отмечен в вариантах с применением Блэкджека (3,28 г/м<sup>2</sup>\*сут.) и АгроВерма (3,32 г/м<sup>2</sup>\*сут.), которые достоверно превышали контроль на 0,47-0,51 г/м<sup>2</sup>\*сут.

**Структура урожая, продуктивность и качественные показатели семян горчицы.** Число стручков на одном растении, в среднем за три года, составило 40,6-52,4 штук в зависимости от изучаемого варианта. Наибольшее их число отмечено при использовании АгроВерма (51,5 шт.) и Блэкджека (52,4 шт.). При обработке семян препаратом Гумат К/Na отмечено самое низкое значение данного признака – 40,6 штук, что ниже контрольных значений. Наибольшая семенная продуктивность одного растения отмечена в варианте с использованием АгроВерма, где масса семян с растения составила 3,90 г, и существенно на 1,46 г превышала вариант без обработки. Более крупные семена получены в вариантах с применением Блэкджека (6,25 г) и АгроВерма (6,35 г), превышение относительно контроля составило 0,49 и 0,59 г (таблица 5).

Предпосевная обработка семян различными видами биопрепаратов стимулировала формирование урожайности горчицы на уровне 1,59-1,82 т/га, что на 0,01-0,24 т/га выше контрольного варианта. Наиболее эффективными были АгроВерм (1,81 т/га), Изагри Вита (1,81 т/га) и Блэкджек (1,82 т/га), урожайность семян при обработке которыми на 0,23-0,24 т/га превышала контроль. При использовании других препаратов отмечалось статистически незначимое увеличение урожайности семян на 0,01-0,13 т/га, при НСР-0,14 т/га.

Масличность семян варьировала от 28,84 до 30,66 %. При этом изучаемые препараты не оказали должного влияния на накопление масла. Наибольший процент масла отмечен при использовании АгроВерма, Блэкджека и Изагри Виты (30,20-30,66 %), что превышало значения в контроле – на 0,9-1,36 %.

Таблица 5 – Элементы структуры урожая горчицы, в зависимости от обработки семян микроудобрениями (2020-2022 гг.)

Вариант	Количество ветвей на растении, шт.	Число стручков на 1 растении, шт.	Кол-во семян в 1 стручке, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Контроль	3,9	44,3	5,3	2,44	5,76
Циркон	4,2	45,2	5,4	2,96	6,22
АгроВерм	5,0	51,5	5,2	3,90	6,35
Цитовит	3,9	46,1	5,4	2,84	5,94
Мегамикс	4,9	44,3	5,4	2,73	5,93
Гумат К/Na	4,8	40,6	5,7	2,77	5,87
Гумат +7	4,9	43,9	5,3	2,51	5,98
Блэджек	5,9	52,4	5,1	3,26	6,25
Изагри Форс	4,6	45,8	5,1	2,12	5,71
Изагри Вита	4,1	47,5	5,5	3,37	6,15
Изагри Бор	5,6	45,5	5,5	2,46	5,77
Изагри Азот	3,7	45,9	5,3	2,44	5,93
Изагри Фосфор	3,9	41,7	5,8	2,41	5,85
НСР <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>	5,70	F <sub>ф</sub> < F <sub>05</sub>	0,57	0,28

Использование жидкого удобрения Изагри Форс привело к снижению содержания жира в семенах на 0,46 % по сравнению с контролем (таблица 6).

Таблица 6 – Урожайность и качественные показатели семян горчицы (2020-2022 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание масла, %	Содержание жирных кислот, %		
			эруковой	олеиновой	линолевой
Контроль	1,58	29,30	28,13	21,75	19,67
Циркон	1,70	29,22	29,06	31,20	11,26
АгроВерм	1,81	30,20	32,42	29,20	9,86
Цитовит	1,63	29,81	25,30	23,75	12,52
Мегамикс	1,64	29,77	30,96	30,18	10,63
Гумат К/Na	1,63	29,58	32,75	28,64	10,41
Гумат +7	1,65	29,71	30,45	30,99	10,26
Блэджек	1,82	30,23	36,20	25,13	10,07
Изагри Форс	1,67	28,84	30,85	30,13	10,70
Изагри Вита	1,81	30,66	30,44	30,68	10,80
Изагри Бор	1,71	29,90	32,65	29,16	9,57
Изагри Азот	1,63	29,57	30,39	28,60	10,15
Изагри Фосфор	1,59	29,73	28,68	31,92	10,74
НСР <sub>05</sub>	0,14	-	-	-	-

Обработка семян микроудобрениями способствовала увеличению содержания олеиновой кислоты до 23,75-31,92 % и снижению линолевой кислоты до 9,57-12,52 % относительно варианта без обработки. Все препараты, кроме Цитовита, способствовали увеличению процента эруковой кислоты на 0,55-8,07 %, относительно контрольного варианта. Применение Цитовита приводило к существенному снижению эруковой кислоты – на 2,83 %.

**Густота стояния растений, продуктивность фотосинтеза и урожайность горчицы в зависимости от некорневой подкормки агрохимикатами.** В зависимости от вида препарата, применяемого в качестве некорневой подкормки горчицы, сохранность растений к уборке составила 95,3-97,1 % и превышала значения контрольного варианта на 2,3-4,1 %. Наибольшая сохранность горчицы отмечена при фолиарном внесении АгроВерма (97,1 %) и Блэджек (96,5 %), что на 4,1 и 3,5 % было выше, чем в варианте без обработки.

Наибольшая ассимиляционная поверхность горчицы отмечалась в варианте с подкормкой АгроВермом (45,5 тыс. м<sup>2</sup>/га), при этом в варианте с использованием биопрепарата Блэджек листовая поверхность снижалась незначительно и составляла 44,6 тыс. м<sup>2</sup>/га. В данных вариантах существенно увеличивался и показатель ФП, величина которого, составила 389,0 и 390,7 тыс. м<sup>2</sup>/га×сутки. Чистая продуктивность фотосинтеза при некорневой подкормке горчицы достигала высоких значений – 2,69-3,47 г/м<sup>2</sup>\*сут., что превышало показатели ЧПФ в контроле на 0,07-0,85 г/ м<sup>2</sup>\*сут.

Использование биопрепаратов в качестве листовой подкормки оказало значительное влияние на формирование семенной продуктивности и способствовали её увеличению на 0,06-0,22 т/га относительно контрольного варианта. Наиболее эффективными были варианты с Изагри Вита, Блэджек и АгроВермом, где отмечена наибольшая отзывчивость культуры на из применения, что выражается в существенной прибавке урожая – на 0,18-0,22 т/га (таблица 7).

Таблица 7 – Урожайность и масличность семян горчицы белой, в зависимости от некорневой подкормки агрохимикатами, (2020-2022 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание масла, %	Масса 1000 семян, г
Контроль	1,57	28,51	6,26
Циркон	1,63	29,98	6,55
Блэджек	1,75	30,59	7,00
АгроВерм	1,78	30,07	7,09
Изагри Вита	1,79	30,38	7,06
Гумат +7	1,68	28,99	6,68
Мегамикс	1,67	29,71	6,66
Изагри Форс	1,71	29,88	6,74
Цитовит	1,74	28,89	6,66
НСР <sub>05</sub>	0,11	-	0,32

Использование биорегулятора, а также удобрений Изагри Форс и Цитовит немного ниже, но достоверно повышают урожайность – на 0,14-0,18 т/га, относительно контроля.



Листовая подкормка горчицы способствовала увеличению масличности семян на 0,38-2,08 % по сравнению с вариантом без обработки. Максимальное содержание масла отмечено в семенах с обработкой препаратами Блэкджек, АгроВерм и Изагри Вита, которое составило 30,07-30,59 %, что существенно превышало данные контрольного варианта – на 1,56-2,08 %.

Наиболее крупные семена сформировались в вариантах при опрыскивании АгроВермом, Изагри Витой и Блэкджеком, где масса 1000 семян составила 7,0-7,09 г.

Кроме этого, некорневые подкормки способствовали снижению эруковой кислоты до 26,7-28,8 % относительно 29,1 % в контроле. Исключение составил вариант с обработкой Цитовитом, где было отмечено увеличение концентрации эруковой кислоты до 30,1 %. Минимальное содержание эруковой кислоты отмечено на варианте с применением Блэкджека.

**Глава 5 «Биоэнергетическая и экономическая эффективность приемов возделывания горчицы белой».** Расчет энергетической эффективности показал, что наибольшая энергетическая рентабельность (55,38 %) и биоэнергетический коэффициент (1,55) отмечены в варианте с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян на гектар, а также получен высокий чистый энергетический доход – 16,31 ГДж/га.

Предпосевная обработка семян агрохимикатами способствовала выходу валовой энергии с урожаем в количестве 41,08-47,32 ГДж/га. Наибольшая энергетическая рентабельность (49,63 %) отмечена в варианте с применением АгроВерма, при низкой энергетической себестоимости продукции – 17,37 ГДж/га. Некорневая обработка посевов горчицы биопрепаратами АгроВерм и Изагри Вита способствовала получению высоких показателей чистого энергетического дохода (16,33 и 15,70 ГДж/га), энергетической рентабельности (54,05 и 51,34 %) и биоэнергетического коэффициента (1,54 и 1,51).

Экономическая оценка изучаемых приемов возделывания горчицы показала, что максимальный чистый доход получен в вариантах с обработкой семян препаратами АгроВерм, Изагри Вита и Блэкджек (35,58-35,93 тыс. руб./га), с некорневой подкормкой АгроВермом и Изагри Вита (34,37 и 35,02 тыс. руб./га), а также с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян (33,22 тыс. руб./га). Рентабельность применения данных агроприемов составила 180,6-195,6 %.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Установлено положительное влияние нормы высева на формирование продуктивного стеблестоя горчицы белой. Наиболее высокие показатели полевой всхожести семян (91,9 %) и сохранности растений к уборке (91,1 %)

отмечены при посеве горчицы с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян на гектар.

2. Выявлено, что норма высева горчицы 2,5 миллиона всхожих семян позволяет создавать посеvy с оптимальной листовой поверхностью и сохранять это длительный период времени. При данной норме высева у горчицы отмечены наибольшие значения площади листьев, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза – 41,9-44,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, 384,9-398,0 тыс. м<sup>2</sup>×сутки/га и 2,97-3,08 г/м<sup>2</sup> ×сутки, соответственно.

3. В наших исследованиях, при посеве горчицы с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян, семенная продуктивность ее достигала наибольшего значения (1,69 т/га) при масличности 30,06 %. При этом, содержание масла в семенах в варианте с нормой высева 2,0 миллиона отличалось не существенно, всего на 0,47 % при наименьшей существенной разности 1,62 %. При посеве горчицы с данной нормой высева получены более качественные семена, у которых были наибольшие показатели натуры семян (714,3 г/см<sup>3</sup>), содержания протеина (36,26 %), сбора масла (0,45 т/га) и наименьший уровень эруковой кислоты (29,63 %).

4. Наиболее высокие показатели элементов структуры урожая горчицы отмечены в варианте с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян на гектар. Здесь образовалось наиболее оптимальное количество стручков (48,8 шт.) на растении, число семян (5,7 штук) в стручке, величина семенной продуктивности растения (3,47 г) и крупные семена (6,19 г).

5. При предпосевной обработке семян микроэлементными удобрениями отмечен положительный эффект на их посевные качества и формирование продуктивного агроценоза горчицы белой. Семена, обработанные препаратами АгроВерм и Блэкджек, обладали более высокими показателями начального роста, где энергия прорастания составила 77,8 и 78,3 %, лабораторная всхожесть – 96,03 и 94,43 % и сила роста семян – 5,36 и 5,41 см, соответственно и достоверно превышали контрольный вариант на 2,38 и 2,43 см.

6. Использование биопрепаратов Изагри Вита и Блэкджек способствовало наиболее интенсивной стимуляции полевой всхожести, которая составила 93,9 и 92,4 % и была выше на 10,7-12,2 % относительно варианта без обработки. Максимальная выживаемость растений горчицы к уборке наблюдался в вариантах при использовании микроудобрений Блэкджек (93,0 %) и АгроВерм (93,4 %), что на 5,2 и 6,6 % выше по сравнению с контрольным вариантом.

7. При использовании удобрений АгроВерм и Блэкджек повышается фотосинтетическая активность посевов горчицы белой относительно контрольного варианта: максимальная площадь листовой поверхности увеличивается на 10,3-11,3 %, фотосинтетический потенциал – на 22,5-24,4 % и

чистая продуктивность фотосинтеза – на 13,2-18,1 %, что благоприятно сказывается на росте и развитии культуры.

8. Наиболее высокая урожайность семян горчицы (1,81-1,82 т/га) сформировалась на фоне предпосевного использования препаратов АгроВерм, Изагри Вита и Блэкджек при их масличности 30,20-30,66 %, что соответственно на 0,23-0,24 т/га и 0,9-1,36 % превышало значения в варианте без обработки. В данных вариантах отмечены наибольшие показатели элементов структуры урожая, в том числе число стручков на растении – 47,5-52,4 штук; семенная продуктивность одного растения – 3,26-3,90 г и масса 1000 семян – 6,15-6,35 г.

9. Листовая обработка посевов горчицы белой микроудобрениями, оказала стимулирующее действие на рост и развитие растений, что выразилось в увеличении сохранности растений к уборке на 1,6-4,1 % и повышении фотосинтетической деятельности. Наибольшая выживаемость (97,1 %) растений, площадь листовой поверхности (45,5 тыс. м<sup>2</sup>/га) и чистая продуктивность фотосинтеза (3,46 г/ м<sup>2</sup>\*сут.) отмечены при фолиарном внесении АгроВерма.

10. Фолиарная обработка биоудобрениями эффективно повлияла на увеличение продуктивности горчицы. Максимальная урожайность семян получена в вариантах с применением микроудобрений Изагри Вита и АгроВерм – 1,78 и 1,79 т/га, здесь отмечена большая существенная прибавка урожая к контролю – 0,21 и 0,22 т/га. Наибольшее содержание масла в семенах отмечено в вариантах с листовой подкормкой биостимулятором Блэкджек, микроудобрениями АгроВерм и Изагри Вита, которое составило 30,07-30,59 %, что существенно превышало данные контрольного варианта – на 1,56-2,08 %.

11. Некорневые подкормки биопрепаратом АгроВерм способствовали максимальному увеличению числа стручков на одном растении – до 52,7 штук, что превышало контроль на 8,2 штук; семенной продуктивности растения – до 3,50 г, прибавка относительно контрольного варианта составила 0,86 г; массы 1000 семян – до 7,09 г.

12. Использование микроудобрений и регуляторов роста в качестве предпосевной и некорневой обработки, приводит к количественному варьированию жирнокислотного состава. Так, при обработке семян, все применяемые препараты, кроме Цитовита, приводили к увеличению содержания эруковой кислоты на 0,55-8,07 %. Обработка Цитовитом приводило к существенному снижению аккумуляции эруковой кислоты в маслосеменах на 2,83 %. Листовые подкормки горчицы микроудобрениями, наоборот, способствовали снижению эруковой кислоты до 26,7-28,8 % относительно 29,1 % в контроле, минимальное содержание (26,7 %) эруковой кислоты отмечено

на варианте с применением Блэкджека. Опрыскивание посевов Цитовитом приводило к увеличению концентрации данной кислоты до 30,1 %.

13. Выращивание горчицы белой в условиях лесостепи Среднего Поволжья с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян на 1 гектар является энергетически эффективным и экономически выгодным. Данный прием обеспечил наивысшие показатели биоэнергетической и экономической эффективности: чистый энергетический доход составил 16,31 ГДж/га, энергетическая рентабельность – 55,38 % и биоэнергетический коэффициент – 1,55. Максимальные чистый доход и рентабельность производства горчицы составили соответственно 33,22 тыс. руб./га и 190,0 %.

14. Применение микроудобрений и стимуляторов роста при выращивании горчицы белой показало высокую экономическую и энергетическую эффективность. Предпосевная обработка семян препаратами АгроВерм, Изагри Вита и Блэкджек способствовала получению наибольшей энергетической рентабельности – 47,89-49,63 %, биоэнергетический коэффициент составляет 1,48-1,50. Экономическая оценка изучаемых препаратов показала, что в данных вариантах получен максимальный чистый доход 35,58-35,93 тыс. руб./га и рентабельность – до 190,06-195,6 %, а также отмечена наиболее низкая себестоимость продукции – 10,15 и 10,34 тыс. руб./га.

15. При фолиарной обработке посевов горчицы наиболее высокие экономические показатели получены при использовании гуминового биоудобрения АгроВерм и микроудобрения Изагри Вита, где чистый энергетический доход составил 16,33 и 15,70 ГДж/га, биоэнергетический коэффициент – 1,54 и 1,51 единицы и энергетическая рентабельность – 54,05 и 51,34 %. Условный чистый доход в данных вариантах, составил 34,37 и 35,02 тыс. руб./га, рентабельность – 180,6 и 187,5 %.

Следовательно, возделывание горчицы белой в условиях Среднего Поволжья наиболее энергетически и экономически выгодно при посеве с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян на гектар и обработкой удобрениями АгроВерм и Изагри Вита при посеве семян и во время вегетации растений.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

При возделывании горчицы белой в условиях лесостепи Среднего Поволжья, с целью получения высоких и стабильных урожаев семян с высоким качеством рекомендуется:

– высевать горчицу сорт Люция рядовым способом с нормой высева 2,5 миллиона всхожих семян на гектар;

– проводить предпосевную обработку семян гуминовым биоудобрением АгроВерм, комплексным микроэлементным удобрением Изагри Вита и биостимулятором Блэкджек в дозе 1,0 л/т;

– применять некорневую подкормку растений горчицы в фазу стеблевания микроудобрением Изагри Вита и гуминовым биоудобрением АгроВерм в дозе 1,0 л/га.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Данная работа рассматривает лишь один из аспектов проблемы, поэтому учитывая высокую эффективность использования агрохимикатов при возделывании горчицы белой работа в этом направлении будет продолжена.

Перспективы дальнейшего исследования заключаются в изучении эффективности двухфакторного применения комплексных микроудобрений: в качестве предпосевной и некорневой обработки растений, а также детальное изучение диапазона варьирования норм расхода препаратов в конкретных природно-климатических условиях.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:**

1. **Таишев, Н.Р.** Продуктивность горчицы белой в зависимости от нормы высева в условиях лесостепи Среднего Поволжья / **Н.Р. Таишев, Т.Я Прахова** // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. - № 3 (381). – С. 65-68.

2. Прахова, Т.Я. Приемы повышения продуктивности горчицы белой в условиях Среднего Поволжья / Т.Я. Прахова, **Н.Р. Таишев** // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2022. – Т. 52. - № 4. – С. 13-20.

3. Прахова, Т.Я. Сортовые особенности и приемы повышения продуктивности горчицы белой / Т.Я. Прахова, **Н.Р. Таишев** // Российская сельскохозяйственная наука. – 2023. - № 3. – С. 38-43.

4. Прахова, Т.Я. Влияние фолиарной обработки микроудобрениями на продуктивность горчицы белой в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Т.Я. Прахова, **Н.Р. Таишев** // Аграрный научный журнал. – 2023. - № 11. – С. 114-121.

5. Prakhova, T.Ya. Characteristics of Cultivars and Productivity Improvement Practices in White Mustard / T.Ya. Prakhova, **N.R. Taishev** // Russian Agricultural Sciences. – 2023. – Vol. 49. – No. 4. – p. 355–360.

#### **В прочих изданиях:**

6. **Таишев, Н.Р.** Изучение нормы высева горчицы белой (*Sinapis Alba*) в условиях Пензенской области / **Н.Р. Таишев** // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: Сб. материалов X Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГАУ, 2021. – С. 177-180.

7. **Таишев, Н.Р.** Влияние нормы высева на урожайность горчицы белой / **Н.Р. Таишев**// Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза, 2021. – С. 19-22.

8. Прахова, Т.Я. Урожайность горчицы белой в зависимости от нормы высева / Т.Я. Прахова, **Н.Р. Таишев** // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: Сб. материалов X Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГАУ, 2022. – С. 152-155.

9. **Таишев, Н.Р.** Влияние микроудобрений на продуктивность горчицы белой (*Sinapis Alba*) в условиях Пензенской области/ **Н.Р. Таишев** // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сб. материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: РИО ПГАУ, 2022. – С. 87-90.

10. **Таишев, Н.Р.** Продуктивность горчицы белой в зависимости от применения микроудобрений / **Н.Р. Таишев**, Т.Я. Прахова // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сб. материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза, 2022. – С. 69-72.

11. Прахов, В.А. Продуктивность горчицы в зависимости от приемов возделывания / В.А. Прахов, **Н.Р. Таишев** // Актуальные проблемы науки и техники: Сб. материалов X Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2023. – С. 129-134.