

На правах рукописи



ЗАНОЗИНА ОЛЕСЯ ДМИТРИЕВНА
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ (*BRASSICA JUNCEA L.*)
НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2025

Диссертационная работа выполнена в ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Бушнев Александр Сергеевич

Официальные оппоненты: **Прахова Татьяна Яковлевна,**
доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Федеральный научный центр
лущеных культур», главный научный
сотрудник лаборатории интродукции редких
масличных культур

Ростова Елизавета Николаевна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ОП Республики Крым ООО СоюзСемСвекла»,
агроном-технолог

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
аграрный университет»

Защита диссертации состоится «2» апреля 2025 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета: 35.2.019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», по адресу 350044, г. Краснодар, ул. им. Калинина 13 и на сайтах <http://www.kubsau.ru> и Высшей аттестационной комиссии – <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «11» февраля 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. с.-х. наук



А.В. Коваль

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В Российской Федерации горчица сарептская (*Brassica juncea* L.) является культурой многоцелевого назначения и входит в пятерку основных масличных культур после подсолнечника, сои, рапса и льна масличного. Пищевое масло, горчичный порошок, зеленые удобрения и зеленый корм являются основной целью ее возделывания. Потенциальная урожайность современных сортов горчицы сарептской составляет свыше 3,0 т/га. Перспективность и интерес сельхозтоваропроизводителей к культуре отражается в увеличении ее посевных площадей, которые в 2021 г. составили 216,8 тыс. га, а в 2023 г. произошел резкий рост до 431,4 тыс. га, однако урожайность ее в производстве не превышает 0,8 т/га.

Вопросы, связанные с совершенствованием технологии возделывания культуры в зональном разрезе, остаются по-прежнему актуальными и своевременными, особенно на фоне появления новых сортов, изменений климата, наблюдающегося расширения посевных площадей и низкой ее продуктивностью при выращивании в производстве. В связи с этим особую актуальность приобретает изучение элементов технологии возделывания горчицы сарептской для разработки научно обоснованных рекомендаций по различным направлениям хозяйственного использования (семена, зеленый корм, сидерат) применительно к почвенно-климатическим условиям Западного Предкавказья.

Степень разработанности темы. Разработкой технологии возделывания горчицы для получения высокопродуктивных ее агрофитоценозов в Российской Федерации и странах СНГ занимались многие исследователи: С.Б. Адьяев (2011), В.В. Бородычев (2011, 2012), Н.И. Велкова (2004, 2016, 2021, 2024), В.Т. Воловик (2011, 2020), В.А. Гущина (2024), Н.Н. Дубенок (2011), В.И. Радченко (2004), М.М. Русакова (2014), В.И. Шпота (1972), О.Л. Томашова (2017), Е.Н. Ростова (2020, 2021), Г.А. Медведев (2008, 2024), Д.Е. Михальков (2012, 2024), Е.Т. Нурманов (2020), Т.Я. Прахова (2022), Е.А. Плевко (2017) и другие. Изучались вопросы оптимального срока посева, нормы высева семян, способа посева, применения макро- и микроудобрений, оказывающих влияние на продуктивность разных видов горчицы. На сегодняшний день накоплен значительный объем литературных данных, однако для более глубокого понимания этой культуры требуются дополнительные исследования. Важно учитывать не только ее биологические и ботанико-морфологические особенности, но и почвенно-климатические условия, в которых она выращивается, а также изменения климата и появление новых сортов. Поэтому для повышения эффективности выращивания горчицы сарептской на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья требуется совершенствование таких технологических приемов, как срок посева, норма высева семян и применение макро- и микроудобрений, которые позволят реализовать потенциал продуктивности культуры, повысить урожайность и качество семян, а также зеленой массы.

Цель исследований – разработка научно обоснованных элементов технологии возделывания (сроков посева, норм высева семян и применения удобрений) с целью повышения урожайности и качества получаемой продукции горчицы сарептской на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья.

Задачи исследований:

1. Изучить особенности роста горчицы сарептской в зависимости от сроков посева и норм высева, определить степень влияния их на урожайность и качество семян.

2. Выявить влияние сроков и способов применения макро- и микроудобрений на процессы формирования урожая, урожайность и качество семян горчицы сарептской.

3. Установить действие изучаемых элементов технологии возделывания горчицы сарептской на урожайность и качество зеленой массы, используемой на корм крупного рогатого скота (КРС) или сидерат.

4. Рассчитать экономическую эффективность агроприемов возделывания горчицы сарептской на семена.

Научная новизна исследования. На черноземе выщелоченном Западного Предкавказья изучено влияние сроков посева, норм высева семян, макро- и микроудобрений на продуктивность горчицы сарептской при возделывании на семена и зеленую массу. Выявлены особенности роста растений горчицы сарептской, уточнены элементы технологии ее возделывания, определен биохимический состав семян и зеленой массы, используемой на корм и в качестве сидерата.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в определении степени влияния сроков посева, норм высева семян и применения макро- и микроудобрений на продуктивность горчицы сарептской, выращенной на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья.

На основании проведенных исследований рекомендованы оптимальный срок посева, норма высева семян, срок и доза применения макро- и микроудобрений, обеспечивающие получение стабильно высоких урожаев семян и зеленой массы горчицы сарептской на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья. Разработанная технология возделывания горчицы сарептской позволяет получать урожай семян на уровне 1,81-2,20 т/га, зеленой массы – 28-38 т/га.

Результаты исследований были внедрены в сельскохозяйственных предприятиях Краснодарского и Ставропольского краев и успешно прошли производственную проверку. В частности, в АО «Воронцовское» урожайность горчицы сарептской увеличилась на 0,31 т/га, а чистый доход предприятия вырос на 6,8 тыс. руб./га. В ЗАО «ФЭС-Семена» благодаря применению аналогичных элементов технологии возделывания урожайность культуры увеличилась на 0,65 т/га, а чистый доход – на 14,0 тыс. руб./га.

Методология и методы исследований. Методика проведения полевых и лабораторных исследований была основана на анализе и сравнении научной литературы, написанной отечественными и зарубежными авторами, которые ранее занимались изучением похожей тематики. Кроме того, мы использовали специфические и общенаучные методы исследований, которые характерны для растениеводства и земледелия. Они включали в себя различные виды учета, измерения и описания, проводимые по общепринятым методикам. Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны, а результаты проанализированы.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Закономерности воздействия агроприемов (сроков посева, норм высева семян, применения удобрений) на прохождения фенологических фаз растений горчицы сарептской.

2. Обоснование сроков посева и норм высева семян горчицы сарептской.

3. Подкормки посевов горчицы сарептской азотным удобрением и микроудобрением оказывают положительное влияние на урожайность семян, зеленой массы и сухой биомассы.

4. Показатели качества зеленой массы горчицы сарептской для использования в питании КРС в зависимости от сроков посева, норм высева семян, применения удобрений.

Степень достоверности результатов исследования. Достоверность полученных результатов исследования экспериментально обоснована трехлетними полевыми опытами и лабораторными анализами, а также подтверждается благодаря статистическому анализу полученных данных и расчету экономической эффективности экспериментов.

Апробация результатов исследований. Основные результаты диссертационной работы ежегодно (2020-2024 гг.) докладывались, обсуждались и получили одобрение на заседаниях методической комиссии ученого совета ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, а также в конференциях различного уровня: XI Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур» в ФБГНУ ФНЦ ВНИИМК (Краснодар, 2021); Международная научно-практической конференция: «Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур в ФГБНУ «ФНЦ риса» (Краснодар, 2021); II Международная научно-практической конференция «Обеспечение устойчивого развития в контексте сельского хозяйства, энергетики, экологии и науки о Земле» (ESDCA-II-2022) в ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА (Смоленск, 2022); Международная научно-практической конференция «Развитие сельского хозяйства, экологии и энергетики» (ЕЕА2022) в Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими (Таджикистан, Душанбе, 2022); II Международная научно-практической конференция «Научное обеспечение устойчивого развития

агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата» в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (Самара, 2022); Международная научно-практической конференция «Эколого-генетические основы селекции и возделывания сельскохозяйственных культур» в ФГБНУ «ФНЦ риса» (Краснодар, 2022); VI Международная научная конференция «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки» в ФГБНУ «НИИСХ Крыма» (Симферополь, 2022); VII Международная научно-практическая конференция: «Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы» в МГТУ (Майкоп, 2022); Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата» в ФГБНУ «ФНЦ риса» (Краснодар, 2023), Всероссийская научно-практической конференция с международным участием «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» (Майкоп, 2023).

Публикация результатов исследований. По теме диссертационной работы опубликовано 11 печатных работ, в том числе 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 – индексируемая в Scopus.

Личное участие автора. Автор совместно с научным руководителем разработал схему полевых опытов и план эксперимента. Экспериментальные (полевые) исследования и лабораторные анализы проводились лично автором или с его участием. Автор самостоятельно проводил закладку полевых опытов, статистическую обработку исходных данных, обобщение результатов исследований, формулирование выводов и предложений производству. Также он подготовил публикации по основным положениям своей диссертации в научных изданиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 151 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения, приложений производству, списка литературы и приложений. Работа включает 29 таблиц, 7 рисунков и 14 приложений. Список использованной литературы состоит из 211 наименований, в том числе 31 на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Обзор литературы. Представлен аналитический обзор научной литературы по ботанико-морфологическим, биологическим особенностям горчицы сарептской и отдельным элементам технологии ее возделывания на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья. Дано научное обоснование необходимости проведения исследований по теме диссертации.

2 Условия и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2021-2023 гг. на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в х. Октябрьском Прикубанского округа г. Краснодара. Согласно схеме агроклиматического районирования Краснодарского края, данная территория, относится к III агроклиматическому району, который

характеризуется умеренно-континентальным, умеренно-влажным и достаточно теплым климатом. В 2021-2023 гг. метеорологические параметры вегетационного периода для горчицы сарептской варьировали по годам, однако в целом оставались типичными для региона и были умеренно благоприятными для выращивания культуры с некоторыми особенностями. В 2021 г. апрель отличался пониженной температурой воздуха ($11,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) с обильными осадками (86 мм), предпосевная подготовка почвы была осложнена, поэтому посев сместился на первую декаду мая. В 2023 г. количество атмосферных осадков за вегетационный период было меньше, чем в 2021 и 2022 гг., но их выпадение приходилось на критические фазы роста и развития (стеблевание-начало цветения), что способствовало получению в данный год урожайности семян (свыше $2,0\text{ т/га}$), зеленой массы (свыше $40,0\text{ т/га}$).

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным слабогумусным сверхмощным тяжелосуглинистым на лёссовидных тяжелых суглинках. Основная обработка почвы – улучшенная зябь с осенним выравниванием. Почвенный покров опытного участка характеризуется низким содержанием гумуса ($3,1\text{-}3,4\text{ \%}$) в почвенном профиле. Согласно агрохимическому обследованию в пахотном слое почвы опытного участка содержится: $14,2\text{-}27,0\text{ мг/кг}$ – минерального азота, $21\text{-}36\text{ мг/кг}$ – подвижного фосфора и $313\text{-}368\text{ мг/кг}$ – обменного калия, что соответствует III (по фосфору) и IV (по калию) классу обеспеченности. Содержание подвижных форм микроэлементов: бора – $0,25\text{-}0,32\text{ мг/кг}$, меди – $0,09\text{-}0,38\text{ мг/кг}$, молибдена – $0,10\text{-}0,14\text{ мг/кг}$, цинка – $0,10\text{-}0,30\text{ мг/кг}$, что свидетельствует о дефиците в почвенном профиле подвижных форм микроэлементов, необходимых для нормального роста и развития горчицы.

Предмет исследования – сроки посева, нормы высева семян, макро- и микроудобрения. Объект исследования – сорт горчицы сарептской яровой Юнона селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Исследования проводили в трех полевых опытах, с систематическим размещением делянок в 4-кратной повторности с учетной площадью делянки – 12 м^2 . Технология возделывания – рекомендуемая для региона, за исключением изучаемых факторов.

Схема опыта первого эксперимента включала: три срока посева (первый (ранний), при прогревании почвы в $0\text{-}10\text{ см}$ слое до $2\text{-}5\text{ }^{\circ}\text{C}$, второй (средний) – через 10 дней и третий (поздний) – через 20 дней после первого) и пять норм высева семян ($1,3$; $1,7$; $2,0$; $2,3$ и $2,7\text{ млн шт./га}$), где норма высева семян $1,7\text{ млн шт./га}$ является контрольным вариантом.

Схема второго полевого опыта включала: 1 – контроль, без удобрений; 2 – однократное внесение N_{30} в фазе всходов; 3 – дробное внесение N_{30} по N_{15} в фазах всходов и стеблевания; 4 – однократное внесение N_{30} в фазе стеблевания; 5 – однократное внесение N_{60} в фазе всходов; 6 – однократное внесение N_{60} в фазе стеблевания; 7 – дробное внесение N_{60} по N_{30} в фазах

всходов и стеблевания; 8 – дробное внесение N_{60} в фазах всходов (N_{15}) и стеблевания (N_{45}); 9 – дробное внесение N_{60} в фазах всходов (N_{45}) и стеблевания (N_{15}). В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру ($N = 34,6 \%$). Сухие туки разбрасывали вручную без заделки.

Схема третьего полевого опыта включала различные варианты некорневого внесения комплексных микроудобрений: 1 – контроль, без удобрений; 2 – Вегетатив (2 л/га) в фазе всходов; 3 – Брассика (2 л/га) в фазе стеблевания; 4 – Вегетатив (2 л/га) в фазе всходов и Брассика (2 л/га) в фазе стеблевания; 5 – смесь Кальцибор (2 л/га) и Брассика (2 л/га) в фазе стеблевания; 6 – смесь Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га) в фазе стеблевания.

Некорневое опрыскивание микроудобрениями проводили ручным опрыскивателем Solo 408. Микроудобрения были представлены гелеобразными комплексными микроудобрениями бельгийской фирмы «GroGreen», содержащими в своем составе микроэлементы (медь, цинк, бор, марганец, молибден и железо) в доступной для питания растений форме. Основное преимущество удобрений – наличие в составе прилипателей и смачивателей, из-за чего снижаются потери микроудобрения, а растения лучше усваивают элементы минерального питания. При опрыскивании норма расхода рабочего раствора составила 300 л/га.

Перед посевом горчицы сарептской проводилось агрохимическое обследование почвы опытного участка на глубину пахотного слоя 0-20 см: гумус по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова, нитратный азот ионометрическим методом по ГОСТ 26951-86, аммонийный азот колориметрическим методом с реактивом Несслера. Вытяжку для определения фосфора и калия в почвенном образце готовили по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91). Подвижные формы цинка (ГОСТ Р 50686-94), марганца (ГОСТ Р 50685-94), меди и кобальта (ГОСТ Р 50683-94) из почвы извлекали ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 для последующего анализа на атомно-абсорбционном спектрометре (ААС). Подвижные формы молибдена (ГОСТ Р 50689-84) из почвы извлекали по методу Григга в модификации ЦИНАО, а соединения бора (ГОСТ Р 50688-94) по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО.

В растительных образцах горчицы определяли массовую долю влаги и сухого вещества по ГОСТ 26713-85, содержание сырого жира (ГОСТ 13496.15 2016), золы (ГОСТ 26226-95), клетчатки (ГОСТ 31675-2012), а также макроэлементы: азот – ГОСТ 13496.4 2019, фосфор – ГОСТ 26657-97 и калий – ГОСТ 30504-97.

Анализ по определению масличности (ГОСТ 8.597-2010) и эфиромасличности (ГОСТ Р 51486-99) семян выполнили в лаборатории биохимии ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

3 СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗУЧАЕМЫХ АГРОПРИЕМОВ (результаты исследования)

В ходе исследований установлено, что срок посева оказывает влияние на продолжительность вегетационного периода горчицы сарептской, в отличие от таких элементов технологии возделывания, как норма высева семян и применение минеральных удобрений. Так, в 2021 г. при третьем сроке посева вегетационный период был на 5 суток короче, чем при первом и втором, в 2022 и 2023 гг. – на 13 и 19 суток в сравнении с первым и на 7 и 5 суток в сравнении со вторым сроком соответственно.

В процессе исследования воздействия сроков и норм высева семян на урожайность горчицы сарептской (опыт 1) были проанализированы биометрические показатели растений. Выявлено, что в среднем за три года высота растений колебалась от 115 до 144 см, количество на одном растении ветвей варьировало от 7 до 12 шт., число стручков – от 80 до 150 шт.; масса 1000 семян изменялась в диапазоне от 2,69 до 3,13 г. Наилучшие показатели высоты и структуры урожая были замечены при раннем (первом) сроке посева в сочетании с нормой высева 1,3 млн шт./га: высота растения составила 144 см, на одном растении образовалось 12 шт. – ветвей и 150 шт. – стручков. Однако максимальная масса 1000 семян была зарегистрирована при первом (раннем) сроке посева с нормой в 2,7 млн шт./га и составила 3,13 г. При норме высева 1,3 млн шт./га этого же срока посева масса 1000 семян была несколько меньше и составила 3,00 г.

В ходе экспериментов наблюдалась закономерность: с переходом от раннего (первого) к позднему (третьему) сроку посева снижались элементы продуктивности горчицы сарептской. В среднем за три года урожайность при раннем (первом) сроке составила 1,70 т/га, тогда как при позднем (третьем) она уменьшилась до 0,75 т/га (таблица 1). Уровень масличности семян снизился с 46,7 % при раннем (первом) посеве до 44,8 % при позднем (третьем). Эти изменения сказались на итоговом показателе продуктивности – сборе масла, который сократился с 0,72 т/га до 0,31 т/га соответственно. Таким образом, изменение сроков посева культуры оказывает заметное влияние на семенную продуктивность и масличность семян, что необходимо учитывать при планировании агротехнических мероприятий.

В 2023 г. было установлено, что сроки посева существенно влияют на урожайность горчицы сарептской. Поздний срок посева не только сокращает продолжительность вегетационного периода, но и значительно снижает урожайность – в некоторых случаях до 2 т/га или на 80 % по сравнению с ранним сроком посева. Одна из главных причин низкой урожайности (0,32-0,42 т/га) при позднем посеве заключалась в нехватке влаги, особенно в период от начала формирования стебля до цветения культуры. В то же время при раннем и среднем посеве условия для роста были более благоприятными благодаря равномерному распределению осадков в критические фазы

развития горчицы. В среднем за три года исследований самые продуктивные посеы (с урожайностью 1,70 т/га) были сформированы при раннем сроке посева, независимо от нормы высева семян.

Таблица 1 – Влияние сроков посева и норм высева семян на урожайность горчицы сарептской, т/га

Срок посева (фактор А)	Норма высева семян, млн шт./га (фактор В)	Год			Среднее за 3 года
		2021	2022	2023	
Первый (ранний)	1,3	1,11	1,73	2,60	1,81
	1,7 (К)	0,98	1,39	2,58	1,65
	2,0	0,96	1,47	2,55	1,66
	2,3	0,88	1,50	2,40	1,59
	2,7	1,03	1,79	2,52	1,78
Второй (средний)	1,3	1,02	1,60	1,74	1,45
	1,7 (К)	1,00	1,27	2,12	1,46
	2,0	0,99	1,59	1,81	1,46
	2,3	0,88	1,58	1,81	1,42
	2,7	0,97	1,68	2,04	1,56
Третий (поздний)	1,3	0,77	1,05	0,34	0,72
	1,7 (К)	0,71	1,19	0,33	0,74
	2,0	0,71	1,19	0,32	0,74
	2,3	0,68	1,15	0,34	0,72
	2,7	0,88	1,15	0,42	0,82
Среднее по сроку посева	Первый	1,00	1,58	2,53	1,70
	Второй	0,97	1,54	1,90	1,47
	Третий	0,75	1,15	0,35	0,75
Среднее по норме высева семян	1,3	0,97	1,46	1,56	1,33
	1,7 (К)	0,90	1,28	1,68	1,29
	2,0	0,89	1,42	1,56	1,29
	2,3	0,81	1,41	1,52	1,25
	2,7	0,96	1,54	1,66	1,39
НСР ₀₅ по фактору А		0,12	0,16	0,15	-
НСР ₀₅ по фактору В		0,10	0,11	0,10	-
НСР ₀₅ по вариантам (АВ)		0,14	0,21	0,21	-

Для успешного возделывания горчицы сарептской на юге России оптимальным предшественником является озимая пшеница. Обычно весной после нее в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья, как правило, отмечается низкое содержание азота в пахотном слое почвы. На основании изучения влияния азотных подкормок на продуктивность горчицы сарептской можно заключить, что она более активно поглощает азот в начальные этапы роста и развития, то есть наибольшая эффективность

азотных удобрений достигается при внесении их в фазе всходов. Вследствие этого выявлено, что внесение азота положительно влияло на формирование урожая культуры, но наибольшая продуктивность получена при однократной подкормке аммиачной селитрой в дозе N₆₀ в фазе всходов, где урожайность составила в 2021 г. – 2,11 т/га, в 2022 г. – 2,05 т/га и в 2023 г. – 2,45 т/га (таблица 2), а сбор масла достигал 0,93 т/га.

Таблица 2 – Урожайность горчицы сарептской в зависимости от применения азотных подкормок, т/га

Доза подкормки в фазе		Год			Среднее за 3 года
всходов	стеблевания	2021	2022	2023	
Контроль, без удобрений		1,51	1,43	1,70	1,55
N ₃₀	N ₀	2,01	1,97	2,27	2,08
N ₁₅	N ₁₅	1,98	1,93	2,13	2,01
N ₀	N ₃₀	1,86	1,77	2,07	1,90
N ₃₀	N ₃₀	2,02	1,97	2,37	2,12
N ₆₀	N ₀	2,11	2,05	2,45	2,20
N ₀	N ₆₀	1,92	1,85	2,05	1,94
N ₁₅	N ₄₅	1,97	1,92	2,12	2,00
N ₄₅	N ₁₅	2,06	2,02	2,22	2,10
НСР ₀₅		0,08	0,10	0,10	-

При изучении влияния комплексных микроудобрений на продуктивность горчицы сарептской установлено, что совместное использование микроудобрений Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га) на посевах горчицы сарептской в фазе стеблевания культуры способствовало получению высоких показателей структуры урожая: высота растений составила 147 см (+4 см к контролю); количество на одном растении стручков – 160 шт. (+44 шт. к контролю) и ветвей – 11 шт. (+3 шт. к контролю); масса 1000 семян – 3,18 г (+0,38 г к контролю). Можно предположить, что наличие дополнительного азота (в аминокислотах) в составе удобрения Микро способствовало увеличению числа стручков на одном растении, что стимулировало рост урожайности семян горчицы сарептской и получению наибольшей ее величины во все годы исследования: в 2021 г. – 1,97 т/га, в 2022 – 1,72 т/га, в 2023 г. – 2,62 т/га, в среднем за 2021-2023 гг. – 2,10 т/га. По сравнению с контрольным вариантом, прибавка урожая от применения микроудобрений варьировала на уровне 0,48-0,92 т/га (таблица 3).

Некорневые обработки растений горчицы сарептской способствовали повышению масличности семян на 0,7-1,6 % по сравнению с контролем, а также увеличению сбора масла на 0,16-0,29 т/га. В фазе стеблевания

использование смеси комплексных микроудобрений Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га) обеспечивало условия для накопления наибольшего содержания масла в семенах – 47,9 % и получения сбора масла на уровне 0,91 т/га.

Таблица 3 – Влияние микроудобрений на урожайность горчицы сарептской, т/га

Вариант	Год			Среднее за 3 года
	2021	2022	2023	
Контроль, без удобрений	1,49	1,15	1,70	1,45
Вегетатив, 2 л/га (всходы)	1,88	1,40	2,40	1,89
Брассика, 2 л/га (стеблевание)	1,96	1,67	2,47	2,03
Вегетатив, 2 л/га (всходы) + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	1,63	1,30	2,30	1,74
Кальцибор, 2 л/га + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	1,66	1,32	2,32	1,77
Микро, 1 л/га + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	1,97	1,72	2,62	2,10
НСР ₀₅	0,11	0,10	0,12	-

4 УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

В Российской Федерации основное назначение горчицы сарептской – это получение семян, поскольку этот вид обладает высокой масличностью (48-52%). Выращивание горчицы в качестве зеленой культуры, служащей кормом и удобрением, начало активно развиваться сравнительно недавно. Это связано со стремлением сельскохозяйственных предприятий организовать полный цикл производства, который включает не только растениеводческий комплекс, но и животноводческий. Для достижения этой цели требуется расширение севооборота и разнообразия сельскохозяйственных культур. Горчица, благодаря своей универсальности, помогает решить сразу несколько задач. В связи с этим нас заинтересовал вопрос о влиянии различных агротехнических приемов не только на семенную продуктивность, но и на урожайность и качество зеленой массы. Эта масса может использоваться в качестве сидерата (зеленые удобрения) и корма для КРС (после термической обработки).

Исследование влияния агротехнических приемов на урожайность надземной биомассы горчицы сарептской, возделываемой в качестве сидерата, показало, что при смещении сроков посева культуры от раннего (первого) к позднему (третьему) происходит уменьшение урожайности зеленой массы (от 26,66 до

21,06 т/га), сухой биомассы (от 4,68 до 2,58 т/га). Также снижается содержание азота в зеленой массе с 137,1 до 81,1 кг/га, фосфора с 19,0 до 13,4 кг/га и калия с 128,8 до 96,5 кг/га. Изменения происходят независимо от установленной нормы высева семян (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние срока посева и норм высева семян на урожайность зеленой и сухой биомассы, поступление в почву азота, фосфора и калия с зеленой массе горчицы сарептской, среднее за 2022-2023 гг.

Срок посева (фактор А)	Норма высева семян, млн шт./га (фактор В)	Урожайность, т/га		Поступление в почву макроэлементов, кг/га		
		зеленой массы	сухой биомассы	азота	фосфора	калия
Первый (ранний)	1,3	26,29	4,72	143,5	22,4	136,7
	1,7 (К)	25,52	4,23	127,2	17,4	106,2
	2,0	25,63	4,87	142,3	18,7	131,7
	2,3	26,10	4,34	128,0	16,6	117,3
	2,7	29,77	5,23	144,5	19,7	151,9
Второй (средний)	1,3	21,28	3,45	101,5	14,5	112,5
	1,7 (К)	23,89	4,64	136,7	19,5	130,2
	2,0	23,32	3,98	111,1	15,8	108,8
	2,3	22,49	3,40	89,0	15,0	102,4
	2,7	29,59	4,60	145,0	21,6	137,5
Третий (поздний)	1,3	15,60	2,02	56,7	10,3	69,2
	1,7 (К)	21,25	2,67	82,9	12,9	93,9
	2,0	20,52	2,54	81,2	14,1	90,7
	2,3	22,54	2,72	79,8	12,9	113,1
	2,7	26,22	2,97	105,1	16,6	115,7
Среднее по сроку посева	Первый	26,66	4,68	137,1	19,0	128,8
	Второй	24,11	4,01	116,6	17,3	118,3
	Третий	21,23	2,58	81,1	13,4	96,5
Среднее по нормам высева	1,3	21,06	3,40	100,5	15,7	106,1
	1,7 (К)	23,56	3,85	115,6	16,6	110,1
	2,0	23,15	3,80	111,5	16,3	110,4
	2,3	23,71	3,48	99,0	14,8	110,9
	2,7	28,53	4,27	131,6	19,3	135,0
НСР ₀₅ по фактору А		1,22	0,28	6,5	0,8	4,7
НСР ₀₅ по фактору В		1,28	0,33	7,2	0,9	5,8
НСР ₀₅ по вариантам (АВ)		2,25	0,54	12,1	1,6	8,2

Урожайность зеленой массы при подкормке аммиачной селитрой в дозах N₃₀ и N₆₀ в фазе всходов в среднем за два года формируется больше на 8,40 и 9,09 т/га соответственно, чем при подкормках данными дозами в фазе стеблевания горчицы сарептской. Однократная подкормка аммиачной селитрой в дозе N₆₀ в фазе всходов культуры способствовала получению наибольшей прибавки урожая зеленой массы – 14,81 т/га и сухой биомассы –

2,57 т/га (рисунок 1).

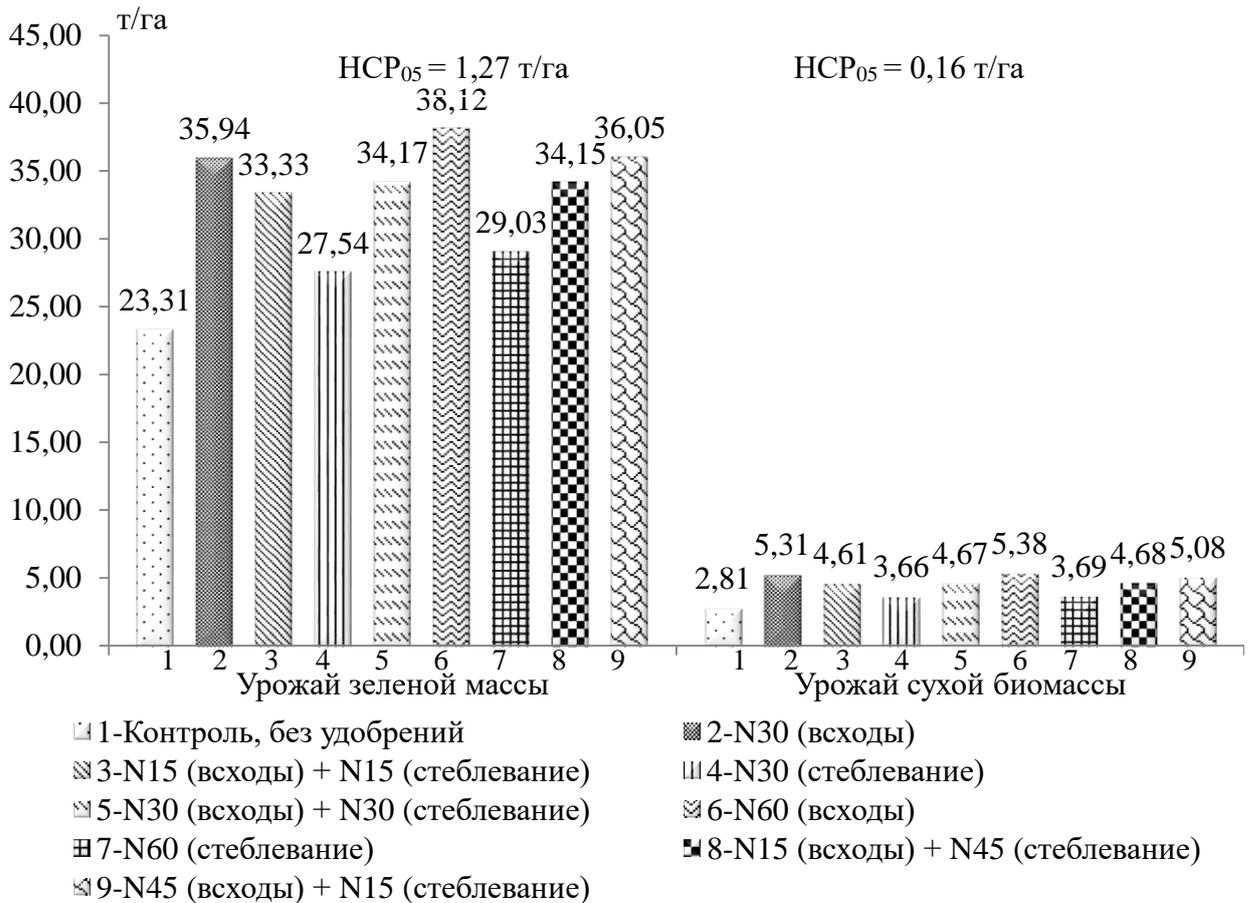


Рисунок 1 – Урожайность зеленой массы и сухой биомассы горчицы сарептской в зависимости от азотных подкормок, среднее за 2022-2023 гг.

Содержание азота в зеленой массе горчицы сарептской в зависимости от подкормок азотом варьировало от 112,5 до 157,3 кг/га. Однако данный факт не объясняет увеличение в них содержания фосфора (на 1,5-8,5 кг/га) и калия (на 17,1-57,9 кг/га), поскольку в применяемом азотном удобрении (аммиачной селитре) есть только аммонийный и нитратный азот. Благодаря агрохимическому анализу установили, что в почвенном профиле чернозема выщелоченного высокое содержание обменного калия (313-368 мг/кг) и среднее подвижного фосфора (21-36 мг/кг), но не все сельскохозяйственные растения способны использовать (поглощать) запасы данных макроэлементов из-за химической и физико-химической поглотительной способности почв, которая способна часть доступных элементов питания переводить в недоступные формы. Однако биологические особенности горчицы сарептской яровой являются одной из самых главных причин ее использования в виде зеленого удобрения. Это объясняется высокой физиологической активностью корней

капустных культур, которые эффективно извлекают фосфор и калий из менее доступных форм в почве (таблица 5).

Таблица 5 – Поступление с зеленой массой горчицы сарептской азота, фосфора и калия в почву в зависимости от подкормок азотным удобрением, кг/га (среднее за 2022-2023 гг.)

Доза подкормки в фазе		Макроэлементы		
всходов	стеблевания	азот	фосфор	калий
Контроль, без удобрений		98,4	16,6	94,2
N ₃₀	N ₀	123,7	24,9	152,1
N ₁₅	N ₁₅	127,6	23,9	132,4
N ₀	N ₃₀	112,5	17,9	111,3
N ₆₀	N ₀	157,3	24,1	136,7
N ₀	N ₆₀	133,8	18,6	127,9
N ₃₀	N ₃₀	138,8	21,7	135,9
N ₁₅	N ₄₅	133,2	22,8	136,8
N ₄₅	N ₁₅	133,1	23,3	150,3
НСР ₀₅		2,4	1,1	2,0

Применение некорневой подкормки в фазе стеблевания горчицы сарептской с использованием комплексных микроудобрений Кальцибор (2 л/га) и Брассика (2 л/га) способствовало получению наименьшей прибавки урожая зеленой массы 5,04 т/га и сухой биомассы 0,96 т/га по сравнению с контрольным вариантом (рисунок 2).

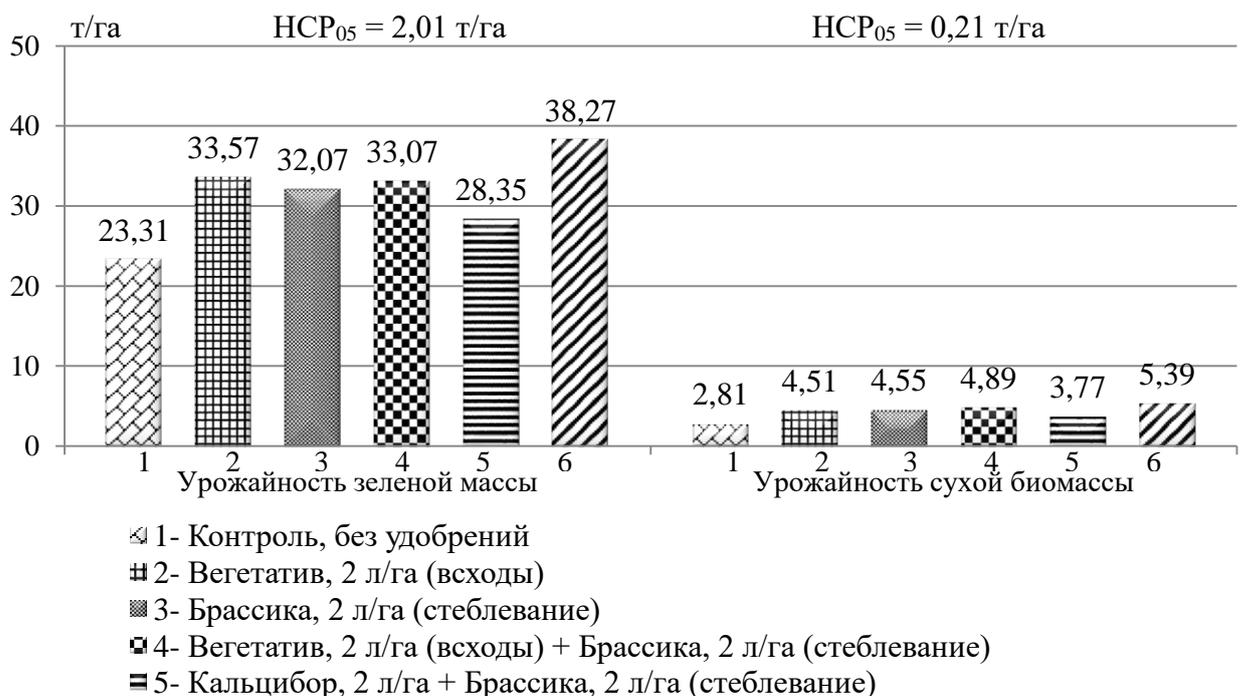


Рисунок 2 – Влияние комплексных микроудобрений на урожайность зеленой массы и сухой биомассы горчицы сарептской, среднее за 2022-2023 гг.

Наилучшие результаты по урожайности как зеленой массы, так и сухой биомассы горчицы сарептской были получены при применении некорневой подкормки посевов в фазе стеблевания горчицы сарептской баковой смесью комплексных микроудобрений Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га), где прибавка зеленой массы составила 14,96 т/га, сухой биомассы – 2,58 т/га.

Некорневые подкормки комплексными микроудобрениями оказывали положительное влияние на накопление азота, фосфора и калия в зеленой массе (надземной части) растений горчицы сарептской. Однако подкормка баковой смесью Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га) в фазе стеблевания по сравнению с другими комплексными микроудобрениями способствовала наибольшему накоплению азота в зеленой массе культуры – 153,0 кг/га (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние микроудобрений на поступление с зеленой массой горчицы сарептской азота, фосфора и калия в почву, кг/га (среднее за 2022-2023 гг.)

Вариант	Макроэлементы		
	азот	фосфор	калий
Контроль, без удобрений	98,4	16,6	94,2
Вегетатив, 2 л/га (всходы)	131,7	22,7	136,9
Брассика, 2 л/га (стеблевание)	120,3	23,7	125,6
Вегетатив, 2 л/га (всходы) + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	136,0	22,6	149,0
Кальцибор, 2 л/га + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	125,0	20,2	104,0
Микро, 1 л/га + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	153,0	23,6	143,5
НСР ₀₅	4,9	2,2	5,1

Согласно данным научных исследований (Чиков А.Е., Кононенко С.И., Тлецерук И.Р., 2007), внедрение в рацион молочного стада 20-30 кг зеленой массы капустных культур вместо эквивалентного объема кукурузного силоса способствует росту ежедневного удоя на 1,5-3,0 кг на одну корову, а также увеличивает жирность молока на 0,2-0,3 %. Аналогично, добавление зеленого корма в рацион свиней положительно сказывался на их пищеварении и способствует увеличению прироста массы. Однако переход на капустные корма должен происходить постепенно: сначала в сочетании с другими кормами или соломой. Продолжительность использования этого типа зеленых кормов для одних и тех же животных не должна превышать 10-12 дней, чтобы избежать развития анемии. Это подчеркивает важность исследования питательной ценности зеленой массы горчицы сарептской, обращая внимание на

агроприемы, применяемые в ходе исследований.

Согласно ГОСТ Р 56912-2016 «Корма зеленые», содержание протеина должно быть не менее 16 % (160 г), обменной энергии не менее 10,4 МДж и кормовых единиц не менее 0,88, то есть лучшими кормами для сельскохозяйственных животных являются высокобелковые с низким содержанием клетчатки. В наших исследованиях этим требованиям соответствует урожай зеленой массы, полученный при позднем (третьем) сроке посева горчицы сарептской с нормой высева семян – 2,0 млн шт./га: в 1 кг сухого вещества было отмечено содержание протеина на уровне 199,1 г, жира – 45,4 г, клетчатки – 153,8 г, обменной энергии – 12,2 МДж и кормовых единиц – 1,21 (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние сроков посева и норм высева семян на питательную ценность зеленой массы горчицы сарептской, среднее за 2022-2023 гг.

Срок посева (фактор А)	Норма высева семян, млн шт./га (фактор В)	Содержание в 1 кг сухого вещества				
		протеина, г	жира, г	клетчатки, г	обменной энергии, МДж	кормовых единиц
Первый (ранний)	1,3	186,0	25,2	199,5	11,5	1,07
	1,7 (К)	175,0	47,8	188,2	11,6	1,10
	2,0	170,7	42,4	158,5	12,2	1,20
	2,3	177,2	35,8	231,5	10,9	0,96
	2,7	166,3	25,4	203,4	11,3	1,05
Второй (средний)	1,3	183,8	40,8	196,1	11,5	1,07
	1,7 (К)	175,1	42,7	197,5	11,5	1,06
	2,0	170,6	38,8	202,8	11,4	1,04
	2,3	164,1	44,3	161,5	12,1	1,19
	2,7	196,9	32,8	187,5	11,7	1,11
Третий (поздний)	1,3	179,4	48,4	149,2	12,3	1,23
	1,7 (К)	201,2	43,1	190,0	11,6	1,09
	2,0	199,1	45,4	153,8	12,2	1,21
	2,3	190,3	50,6	197,4	11,5	1,07
	2,7	221,0	50,7	188,1	11,6	1,09
Среднее по сроку посева	Первый	175,0	35,3	196,2	11,5	1,08
	Второй	178,1	39,9	189,1	11,6	1,09
	Третий	198,2	47,6	175,7	11,8	1,14
Среднее по нормам высева	1,3	183,1	38,1	181,6	11,8	1,12
	1,7 (К)	183,8	44,5	191,9	11,6	1,08
	2,0	180,1	42,2	171,7	11,9	1,15
	2,3	177,2	43,7	196,8	11,5	1,07
	2,7	194,7	36,3	193,0	11,5	1,08
НСР ₀₅ по фактору А		7,9	4,0	9,3	0,1	0,05
НСР ₀₅ по фактору В		9,0	5,1	10,6	0,2	0,07
НСР ₀₅ по вариантам (АВ)		15,9	8,6	18,9	0,3	0,12

Уровень белка в 1 кг сухого вещества в зависимости от применения азотных удобрений варьировал от 23,7 до 61,6 г, и при их применении наблюдалось увеличение содержания клетчатки. Дробный способ внесения азота в дозе N₆₀ – по N₃₀ в фазе всходов и стеблевания горчицы сарептской способствовал получению корма с лучшими качественными показателями для использования в рационе крупного рогатого скота, так как содержание в 1 кг сухого вещества протеина составило – 186,0 г; жира – 33,1 г; клетчатки – 175,1 г, обменной энергии – 11,9 МДж и кормовых единиц – 1,15 (таблица 8).

Таблица 8 – Влияние доз и сроков некорневой подкормки азотным удобрением на питательную ценность зеленой массы горчицы сарептской, среднее за 2022-2023 гг.

Доза подкормки в фазе		Содержание в 1 кг сухого вещества				
всходов	стеблевания	протеина, г	жира, г	клетчатки, г	обменной энергии, МДж	кормовых единиц
Контроль, без удобрений		135,3	24,5	207,8	11,2	1,02
N ₃₀	N ₀	161,9	31,8	215,2	11,2	1,01
N ₁₅	N ₁₅	196,9	32,0	196,9	11,4	1,06
N ₀	N ₃₀	188,1	29,9	192,2	11,5	1,08
N ₆₀	N ₀	164,1	33,3	192,3	11,5	1,07
N ₀	N ₆₀	170,7	27,2	209,3	11,3	1,03
N ₃₀	N ₃₀	186,0	33,1	175,1	11,9	1,15
N ₁₅	N ₄₅	161,9	30,8	214,1	11,2	1,01
N ₄₅	N ₁₅	159,0	29,3	203,7	11,3	1,04
НСР ₀₅		7,2	2,5	7,9	0,3	0,02

Некорневые подкормки посевов горчицы сарептской микроудобрениями положительно влияли не только на формирование урожая зеленой и сухой биомассы, но и на биохимические качества зеленых кормов, которые соответствуют ГОСТ Р 56912-2016 «Корма зеленые». В вариантах опыта с применением микроудобрений содержание протеина варьировало от 164,1 до 201,3 г, обменной энергии – от 11,5 до 12,2 МДж и кормовые единицы от 1,07 до 1,18.

Некорневая подкормка посевов горчицы сарептской комплексными микроудобрениями Кальцибор (2 л/га) и Брассика (2 л/га) способствует получению высокобелковой зеленой массы с содержанием протеина 201,3 г/кг. Однако самое низкое содержание клетчатки (159,7 г/кг) и максимальные значения обменной энергии (12,2 МДж) и кормовых единиц (1,21) были отмечены при некорневой обработке в фазе стеблевания культуры смесью микроудобрений Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га) (таблица 9).

Таблица 9 – Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на питательную ценность зеленой массы горчицы сарептской, среднее за 2022-2023 гг.

Вариант	Содержание в 1 кг сухого вещества				
	протеина, г	жира, г	клетчатка, г	обменной энергии, МДж	кормовых единиц
Контроль, без удобрений	148,5	24,5	176,4	11,8	1,14
Вегетатив, 2 л/га (всходы)	188,2	29,6	196,0	11,5	1,07
Брассика, 2 л/га (стеблевание)	164,1	32,6	189,9	11,6	1,10
Вегетатив, 2 л/га (всходы) + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	168,5	34,1	165,1	12,1	1,18
Кальцибор, 2 л/га + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	201,3	32,3	170,3	11,9	1,15
Микро, 1 л/га + Брассика, 2 л/га (стеблевание)	175,0	28,4	159,7	12,2	1,21
НСР ₀₅	11,1	2,9	8,3	0,2	0,03

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗУЧАЕМЫХ АГРОПРИЕМОМ

Увеличение затрат на семенной материал (повышение нормы высева семян) и снижение урожайности приводило к изменению экономической эффективности возделывания горчицы сарептской в зависимости от срока посева. Посев в первый срок при норме высева семян 1,3 млн шт./га способствовал получению наибольшей прибыли – 14,8 тыс. руб./га и рентабельности – 83 %. Посев в более поздние сроки приводит к снижению урожайности и, как следствие, к снижению экономической эффективности. Так, рентабельность при посеве во второй срок варьировала от 16 до 33 %, при третьем сроке получена отрицательная рентабельность (минус 30-31 % в зависимости от нормы высева семян).

При возделывании горчицы сарептской с применением подкормок аммиачной селитрой наибольший чистый доход составил 21 тыс. руб./га с рентабельностью 128 % при азотной подкормке в дозе N₆₀ в фазе всходов. При нехватке в хозяйстве азотных удобрений можно получить также высокие показатели прибыли – 19,7 тыс. руб./га, с рентабельностью – 119 % при применении N₃₀ в этот же срок.

При некорневом опрыскивании микроудобрением Брассика (2 л/га) в фазе стеблевания культуры прибыль составила 17,3 тыс. руб./га при рентабельности 99 %. Однако наибольшая урожайность – 2,10 т/га зафиксирована при совместном использовании некорневой обработки комплексными микроудобрениями Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га) в эту же

фазу, что позволило получить прибыль на уровне 16,5 тыс. руб./га, а рентабельность – 91 %. Это связано с увеличением затрат на применяемые удобрения, а значит, дополнительное микроудобрение не обеспечивает большую прибавку урожая горчицы сарептской и в результате чего происходит снижение общей рентабельности по сравнению с использованием только комплексного микроудобрения Брассика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Продолжительность вегетационного периода растений горчицы сарептской сокращается от раннего (первого) к среднему (второму) и позднему (третьему) сроку посева. Так, при третьем сроке посева (через 20 дней после первого) он уменьшился по сравнению с первым (когда температура в слое почвы 0-10 см прогреется до 2-5 °С) на 5-19 суток и вторым (через 10 дней после первого) – на 5-7 суток. Норма высева семян и уровень минерального питания не повлияли на продолжительность вегетационного периода культуры.

2. Первый (ранний) срок посева культуры с минимальной нормой высева семян (1,3 млн шт./га) позволяет получить растения высотой – 144 см с наибольшим существенно превышающим контроль (1,7 млн шт./га) количеством ветвей – 12 шт. и стручков – 150 шт. на одном растении и массой 1000 семян – 3,00 г. По сравнению со средним и поздним сроком посева рост основных структурных показателей привел к увеличению урожайности до 1,81 т/га и сбора масла – до 0,77 т/га. Сочетание данных агроприемов обеспечивает получение чистой прибыли на уровне 14,8 тыс. руб./га и рентабельности – 83 %.

3. Применение некорневой подкормки азотным удобрением в дозе N₆₀ в фазе всходов горчицы сарептской способствовало получению наибольшей достоверной прибавки урожайности (0,65 т/га), сбора масла (0,29 т/га) с содержанием эфирного масла в семенах – 0,63 %. При данном приеме получена самая большая урожайность – 2,20 т/га, чистая прибыль – на уровне 21 тыс. руб./га и рентабельность – 128 %.

4. Применение некорневой обработки микроудобрениями Микро в дозе 1 л/га и Брассика в дозе 2 л/га посевов в период стеблевания горчицы сарептской в сравнении с контролем способствовало существенному росту и получению наибольших значений биометрических показателей растений: высота – до 147 см, количеством стручков – до 160 шт. и ветвей – до 11 шт. на одном растении; массы 1000 семян – 3,18 г. При этом достигнуты достоверные прибавки и высокий уровень урожайности – 2,10 т/га, наибольшее содержание масла в семенах – 47,9 %, и сбор масла – 0,91 т/га. Однако наибольший чистый доход – 17,3 тыс. руб./га и рентабельность

производства – 99 % были достигнуты при применении микроудобрения Брассика (2 л/га) в фазе стеблевания горчицы.

5. Первый (ранний) срок посева горчицы сарептской с нормой высева семян 2,7 млн шт./га по сравнению с нормами 1,3; 1,7; 2,0 и 2,3 млн шт./га позволяет формировать существенно высокую урожайность зеленой массы – 29,77 т/га и сухой биомассы – 5,23 т/га. Однако посев культуры в третий (поздний) срок с нормой высева семян – 2,0 млн шт./га обеспечивает получение зеленой массы с наилучшими биохимическими показателями для питания КРС: содержание протеина – 199,1 г, жира – 45,4 г, клетчатки – 153,8 г, обменной энергии – 12,2 МДж и кормовых единиц – 1,21.

6. Однократная подкормка аммиачной селитрой в дозе N_{60} в фазе всходов горчицы сарептской по сравнению с контролем обеспечивает наибольшую существенную прибавку урожая зеленой массы – 14,81 т/га и сухой биомассы – 2,57 т/га, однако при дробном внесении этой дозы – по N_{30} в фазах всходов и стеблевания получен корм с лучшими качественными показателями для использования в рационе крупного рогатого скота с содержанием в 1 кг сухого вещества протеина – 186,0 г; жира – 33,1 г; клетчатки – 175,1 г, обменной энергии – 11,9 МДж и кормовых единиц – 1,15.

7. Некорневая обработка в фазе стеблевания горчицы сарептской смесью комплексных микроудобрений Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га) способствовала получению наибольшей прибавки урожая зеленой массы – 14,96 т/га, сухой биомассы – 2,58 т/га, существенно превышающей контроль и другие варианты, а также накоплению азота в зеленой массе на уровне 153,0 кг/га. Данный агроприем также оказывал положительное влияние на биохимические показатели зеленого корма (содержание в 1 кг сухого вещества протеина составило 175,0 г; жира – 28,4 г, клетчатки – 159,7 г; обменной энергии – 12,2 МДж и кормовых единиц – 1,21).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

При выращивании горчицы сарептской яровой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья:

1. Для повышения семенной продуктивности рекомендуется:

- осуществлять посев при достижении температуры в слое почвы 0-10 см 2-5 °С с нормой высева семян 1,3 млн шт./га;

- применять подкормку азотным удобрением в дозе N_{30-60} в фазе всходов или некорневую обработку в фазе стеблевания культуры смесью микроудобрений Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га).

2. Для повышения урожая и агрохимической ценности зеленой массы, используемой в качестве сидерата, рекомендуется:

- весной посев проводить при температуре почвы в слое 0-10 см 2-5 °С с нормой высева семян 2,7 млн шт./га;

- применять подкормку азотным удобрением в дозе N₆₀ в фазе всходов или некорневую обработку в фазе стеблевания культуры смесью микроудобрений Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га).

3. Для получения высококачественной зеленой массы в качестве зеленого корма для крупного рогатого скота следует:

- осуществлять посев культуры при температуре в слое почвы 0-10 см 10-15 °С с нормой высева семян 2,0 млн шт./га;

- дробно вносить азот в дозе N₆₀ (по N₃₀ в фазах всходов и стеблевания) или проводить некорневую подкормку смесью микроудобрений Микро (1 л/га) и Брассика (2 л/га) в фазе стеблевания культуры.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Занозина, О.Д.** Совершенствование элементов технологии возделывания горчицы сарептской (*Brassica juncea* L.) на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / О.Д. Занозина // *Зерновое хозяйство России.* – 2024. – Т. 16. – № 1. – С. 77-82.

2. **Занозина, О.Д.** Приемы увеличения продуктивности горчицы сарептской яровой – культуры многоцелевого назначения / О.Д. Занозина, А.С. Бушнев // *Масличные культуры.* – 2024. – Вып. 2 (198). – С. 34-39.

3. **Занозина, О.Д.** Сроки внесения аммиачной селитры при возделывании горчицы сарептской в качестве сидерата / О.Д. Занозина, А.С. Бушнев // *Масличные культуры.* – 2024. – Вып. 2 (198). – С. 47-56.

Публикации в международных базах данных:

4. **Zanozina, O.D.** Formation of yield structure and productivity of spring mustard at different sowing dates / O.D. Zanozina, A.S. Bushnev // *International Scientific and Practical Conference “Technology in Agriculture, Energy and Ecology” (TAEE2022).* – 2022. – Vol. 2767, Pp. – 020023. <https://doi.org/10.1063/5.0127349>.

Публикации в других изданиях:

5. **Занозина, О.Д.** Применение микроудобрений на посевах горчицы сарептской / О.Д. Занозина // *Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур: Сборник материалов 12-й Международной конференции молодых учёных и специалистов, Краснодар, 01-03 марта 2023 года.* – Краснодар: Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», 2023. – С. 73-76.

6. **Занозина, О.Д.** Влияние подкормок аммонийной селитрой на элементы структуры урожая и урожайность горчицы сарептской / О.Д. Занозина, А.С. Бушнев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Майкоп, 08–10 ноября 2023 года. – Майкоп: Изд-во "Магарин О.Г.", 2023. – С. 197-199.

7. **Занозина, О.Д.** Сравнительная оценка микроудобрений на горчице сарептской / О.Д. Занозина, А.С. Бушнев, Л.П. Збраилова // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: Сборник материалов II международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, 24-25 марта 2022 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2022. – С. 306-309.

8. **Занозина, О.Д.** Урожай зеленой массы и семян горчицы сарептской яровой (*Brassica juncea* L.) при различных сроках посева и нормах высева семян / О.Д. Занозина // Эколого-генетические основы селекции и возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции и школы молодых ученых по эколого-генетическим основам растениеводства, Краснодар, 24-27 мая 2022 года. – Краснодар: Изд-во «ЭДВИ», 2022. – С. 71-74.

9. **Занозина, О.Д.** Продуктивность горчицы сарептской в зависимости от нормы высева семян / О.Д. Занозина, А.С. Бушнев, В.С. Трубина // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур: Материалы международной научно-практической конференции, Краснодар, 26-27 августа 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации российская академия наук Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр РИСА». – Краснодар: Изд-во «ЭДВИ», 2021. – С. 280-283.

10. **Занозина, О.Д.** Изучение эффективности отдельных элементов технологии возделывания на горчице яровой / О.Д. Занозина, А.С. Бушнев // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», Саратов, 25-26 марта 2021 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2021. – С. 317-323.

11. **Занозина, О.Д.** Эффективность применения минеральных удобрений на урожайность семян горчицы сарептской / О.Д. Занозина, А.С. Бушнев // Растениеводство и луговое хозяйство: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием. – Москва, 2020. – С. 185-188.

Научное издание

ЗАНОЗИНА ОЛЕСЯ ДМИТРИЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ (*BRASSICA JUNCEA L.*)
НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Подписано в печать 2025 г. Формат 60x84 1/16

Усл. печ. Л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13