

*На правах рукописи*



Ростова Елизавета Николаевна

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ  
ГОРЧИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

4.1.1 Общее земледелие и растениеводство

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2023

Диссертация выполнена в Институте «Агротехнологическая академия» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

**Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор  
**Изотов Анатолий Михайлович**

**Официальные оппоненты:** **Кильдюшкин Василий Михайлович**,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
главный научный сотрудник  
лаборатории земледелия, ФГБНУ  
«Национальный центр зерна имени  
П.П. Лукьяненко»

**Коваль Александра Викторовна**,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры общего и орошаемого  
земледелия, факультет агрономии и  
экологии, ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный университет  
имени И.Т. Трубилина»

**Ведущая организация:** ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт масличных  
культур имени В.С. Пустовойта»

Защита диссертации состоится «05» сентября 2023 г. в 13<sup>00</sup> 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, 2 этаж, ауд. 209).

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>, Высшей аттестационной комиссии – <http://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан « » июля 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор биологических наук, профессор



Цаценко Л.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследований.** Засушливость климата Крыма значительно ограничивает количество полевых культур пригодных для выращивания в степной зоне полуострова. Основную долю в структуре посевов занимают озимые зерновые. Расширение спектра засухоустойчивых культур, являющихся хорошим предшественником для озимых зерновых, позволит повысить эффективность растениеводства Крыма. Горчица – одна из таких культур. Ей присуща высокая засухоустойчивость, она не очень требовательна к почвам, характеризуется коротким вегетационным периодом (от 60 до 120 дней), в результате поле освобождает рано, отличается мелиоративным и фитосанитарным воздействием.

Однако горчица в структуре посевных площадей Крыма не получила еще достаточного распространения, до сих пор культуре в регионе не уделялось должного внимания, в связи с чем недостаточно полно изучено влияние элементов технологии на семенную продуктивность горчицы в засушливых условиях степной зоны Крымского полуострова.

В связи с этим, разработка агроприемов, сочетающих в себе, как биологические особенности культуры, так и природно-климатические условия региона, позволит обеспечить получение стабильно высоких урожаев горчицы на фоне рационального расходования финансовых и материальных средств, что является актуальным на сегодняшний день.

**Степень разработанности темы.** Разработкой технологии выращивания горчицы с целью формирования высокопродуктивных агрофитоценозов в России и странах ближнего зарубежья занимались многие исследователи: Г.В. Сулова, Д.Е. Михальков, А.В. Юрьев, В.Г. Кубраков, А.С. Кочергина, В.М. Лукомец, В.Н. Плотников, Н.П. Жернова, Г.А. Медведев, Н.Г. Екатериничева, В.В. Бородычев, Е.Т. Нурманов, Б.Н. Хамзина, В.В. Цибулин, А.Г. Жуйков, А.Л. Оксимец, В. Чэмелау и многие другие. Изучалось влияние сроков сева, норм высева, способов посева, уровней минерального питания и других технологических приемов на продуктивность посевов горчицы.

В степном Крыму горчица выращивается давно, но научно обоснованная технология ее возделывания на маслосемена практически не разработана. В

прошлом столетии ее рассматривали в основном как обязательную составляющую зеленого конвейера на орошении и изучали исходя из этого направления. В условиях суходола и при выращивании на маслосемена она в тот период не изучалась. В Крыму более десяти лет назад С.В. Томашовым и О.Л. Томашовой были проведены исследования по поиску наиболее эффективных сроков сева и доз азотно-фосфорных удобрений применительно для горчицы белой и горчицы сарептской выращиваемых на маслосемена. Другие элементы технологии возделывания горчицы не изучены до сих пор. Не изучена также продуктивность видов горчицы в условиях Крыма.

**Цель исследований.** Выявить наиболее продуктивные для условий степного Крыма виды горчицы, усовершенствовать технологию возделывания горчицы белой и горчицы сарептской за счет оптимизации нормы высева и дозы внесения азотного удобрения.

**Задачи исследований:**

- провести анализ формирования урожайности, накопления жирного и эфирного масел в семенах горчицы белой, сарептской и черной при возделывании в условиях степного Крыма;
- изучить влияние нормы высева и дозы азотного удобрения на урожайность и качество семян горчицы белой и горчицы сарептской;
- определить возможность снижения уровня засоренности посевов горчицы белой и горчицы сарептской за счет технологических приемов возделывания;
- оценить экономическую эффективность выращивания разных видов горчицы и изучаемых приемов технологии.

**Научная новизна.** Впервые в условиях степного Крыма на черноземах южных дано обоснование возможности и целесообразности выращивания разных видов горчицы, проведены исследования по изучению семенной продуктивности горчицы белой и горчицы сарептской в зависимости от уровня азотного питания и нормы высева культуры, выявлены характер и степень зависимости урожайности горчицы белой и горчицы сарептской от изучаемых элементов технологии выращивания и условий года.

**Теоретическая и практическая значимость.** На основании проведенных исследований для почвенно-климатических условий степного Крыма дано

научное обоснование основным элементам технологии возделывания горчицы белой и сарептской: определены для них оптимальные нормы высева семян и дозы предпосевного внесения азотных удобрений, обеспечивающих высокую продуктивность посевов и получение экономически оправданного уровня урожайности культуры. Получены новые знания о всхожести и сохранности растений горчицы, засоренности ее посевов, формировании структуры урожая. Показано, что горчица сарептская более адаптирована к агроклиматическим условиям Центральной степи Крыма, она обеспечивает урожай на 0,22 – 0,32 т/га выше, чем горчица белая и горчица черная.

**Методология и методы исследований.** Методология выполненных исследований основывалась на обобщении, сравнении материалов по изучаемой проблеме, включала общенаучные и специфические для земледелия и растениеводства современные методы исследований, с присущими им наблюдениями, измерениями, описаниями, проводимые по общепринятым методикам, статистическую обработку данных экспериментов и их анализ.

Объект исследований – сорт горчицы белой Радуга, сорт горчицы сарептской Ника, сорт горчицы черной Ниагара.

Предмет исследований – агроприемы выращивания горчицы: нормы высева и дозы предпосевного внесения азотных удобрений.

Методы исследований. Общепринятые (гипотеза, наблюдение, сравнение, измерение, анализ) и специальные (полевой, лабораторно-полевой, лабораторный, сравнительно-расчетный и математической статистики).

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- уровень продуктивности разных видов горчицы при выращивании в условиях степного Крыма;
- зависимость урожайности и показателей качества семян горчицы белой и горчицы сарептской от доз азотных удобрений и норм высева;
- разработка приемов агротехнологии, способствующих снижению засоренности посевов горчицы белой и горчицы сарептской;
- экономическая целесообразность производства маслосемян разных видов горчицы и эффективность норм высева и доз азотных удобрений при выращивании горчицы белой и горчицы сарептской в условиях степного Крыма.

**Степень достоверности и апробация результатов исследований** подтверждаются значительным объемом полученных и статистически обработанных экспериментальных данных. Результаты исследований доложены на заседаниях кафедры земледелия и растениеводства института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», ученого совета ФГБУН «НИИСХ Крыма» (2017–2019 гг.) и научных конференциях: III–VI Международная научно-практическая конференция «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки» (Ялта, 2018–2020, Симферополь 2021); Российская научно-практическая конференция «Агробиологические основы адаптивно-ландшафтного ведения сельскохозяйственного производства», посвященная 100-летию академии биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» (Симферополь, 2018); Российская научно-практическая конференция «Агроэкологическая оценка земель и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия» (Анапа, 2019); V научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского» (Симферополь, 2019); Международная научно-практическая конференция «Рациональное использование природных ресурсов в агроценозах» (Симферополь, 2020); Юбилейная Международная научно-практическая конференция «Современные методы и проблемы селекции, семеноводства и технологии возделывания зерновых и кормовых культур» (Зерноград, 2020).

**Публикации.** Результаты исследований опубликованы в 12 научных статьях, в том числе 5 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Личный вклад соискателя.** Состоит в совместной с научным руководителем разработке схем опытов, планировании эксперимента, самостоятельном проведении полевых и лабораторных исследований, проведении статистического анализа данных, их обобщении, апробации результатов исследований, написании диссертационной работы.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 220 страницах, содержит 45 таблиц, 15 рисунков, состоит из введения, 6 глав, заключения, предложений производству, библиографического списка

использованной литературы, который включает 241 наименование, в том числе 25 на латинице, 51 приложение.

Представленная работа являлась составной частью плана НИР КФУ им. В.И. Вернадского и научно – исследовательских работ ФГБУН «НИИСХ Крыма» на 2016 – 2020 гг. (№ 0834-2015-0011).

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**1 Обзор литературы.** Представлен обзор научных публикаций по агробиологическим особенностям видов горчицы и их соответствию почвенно-климатическим условиям степного Крыма. Рассмотрены результаты исследований отечественных и зарубежных ученых по влиянию норм высева и уровней минерального питания на продуктивность посевов горчицы. Дано обоснование необходимости проведения исследований по теме диссертации.

**2 Условия и методика проведения исследований.** Исследования проводились на опытном участке отделения полевых культур ФГБУН «Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крыма» с 2017 по 2019 гг. Почва участка – чернозем южный малогумусный, содержание гумуса в слое 0 - 30 см 2,5-2,6 %, основных элементов питания растений: N–NO<sub>3</sub> – 0,3-0,5, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 5,3-8,1 и K<sub>2</sub>O – 37,9-52,2 мг/100 г почвы, pH – 7,2-7,3 %.

Метеорологические условия в годы исследований имели существенные отличия по температурному режиму и по количеству осадков. Самым благоприятным для роста и развития горчицы был близкий к среднемноголетним показателям 2017 год. Вегетация горчицы в 2018 году проходила в жестких условиях на фоне высоких температур при практически полном отсутствии осадков до начала созревания культуры. В 2019 году первая половина вегетации горчицы характеризовалась недостаточной влагообеспеченностью, а вторая – повышенной.

В первом опыте изучали особенности формирования продуктивности агрофитоценозов горчицы белой (сорт Радуга), горчицы сарептской (сорт Ника) и горчицы черной (сорт Ниагара). Во втором и третьем опытах изучали влияние пяти доз азота (N<sub>0</sub>, N<sub>20</sub>, N<sub>40</sub>, N<sub>60</sub>, N<sub>80</sub>) и шести норм высева (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 и 3,0 млн шт./га) на засоренность посевов, урожайность и качество урожая горчицы белой и горчицы сарептской. Посевная площадь делянки – 27 м<sup>2</sup>,

учетная – 25 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение методом расщепленных делянок.

Закладка опытов и проведение исследований осуществлялись в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова, Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, методики проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений на опытных участках проводили визуально систематически в двух несмежных повторениях. Учет густоты стояния растений за период вегетации горчицы определяли дважды в фазу образования 3-4 настоящих листьев и в фазу созревания на специально закрепленных площадках в 4-х кратной повторности. Полевую всхожесть рассчитывали по отношению фактической густоты стояния растений в первый срок учета к норме высева семян. Выживаемость растений рассчитывали по отношению количества сохранившихся растений (второй срок учета) к количеству взшедших (первый срок учета).

Количественный и видовой состав сорной растительности определялся в опытах 2 и 3 в два срока совместно с определением густоты стояния растений и на тех же пробных площадках. При учете перед уборкой определялся сухой вес сорняков, для чего срезали их надземную часть по корневую шейку и сушили до воздушно-сухого состояния.

Анализ структуры урожая включал: количество растений на 1 м<sup>2</sup>, количество стручков на одном растении, количество семян в стручке, массу 1000 семян.

Жирно-кислотный состав масла горчицы определяли методом газожидкостной хроматографии во ВНИИМК (г. Краснодар) на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000» в соответствии с нормативными методами.

Условия увлажнения оценивали по гидротермическому коэффициенту (ГТК), предложенному Г.Т. Селяниновым.

Статистическую обработку полученных результатов проводили методами дисперсионного и регрессионного анализа (Доспехов Б.А., 1985; Литтл Т.М и Хиллз Ф.Дж, 1981).



*Агротехника в опытах.* Технология выращивания общепринятая для неорошаемых условий Крыма. Предшественник – озимая пшеница. Сразу после уборки предшествующей культуры проводили лущение стерни в два следа на глубину 8 – 10 см. В дальнейшем по мере отрастания сорной растительности проводили культивации с увеличением глубины обработки почвы с 8 до 12 см. Весной проводили только одну предпосевную культивацию с одновременным боронованием. Под культивацию, согласно схемам опытов 2 и 3, по делянкам вручную вносили аммиачную селитру. Посев проводили селекционной сеялкой СКС-6-10 в ранние сроки сева, при прогреве почвы в 5-ти см слое до 4-5°C, рядовым способом с шириной междурядий 15 см. После посева поле прикатывали. Перед посевом семена обрабатывали препаратом Кайзер КС из расчета 10 л/т, в течение вегетации проводили только мероприятия по защите посевов от вредителей. Убирали горчицу комбайном Сампо-130 в фазу полной спелости семян.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3 Продуктивность видов горчицы в засушливых условиях степного Крыма.**

Установлено, что при выращивании в степной зоне Крыма самый продолжительный период вегетации имеют растения горчицы сарептской 84 – 104 дня, горчица белая созревает за 76–99 дней, а горчица черная за 72 – 93 дня. Горчица черная несмотря на скороспелость в следствие более позднего появления всходов созревает фактически одновременно с горчицей белой. Горчица сарептская созревает на 10–13 дней позже.

В благоприятных по увлажнению условиях всхожесть всех видов горчицы находится на одном уровне 97-98 и 89-91 %. В условиях жаркой и сухой весны высокая полевая всхожесть на уровне 90 % была отмечена только у горчицы белой, горчица черная уступала ей по данному показателю на 10 %, а горчица сарептская – на 37 %. Наиболее адаптированы к засушливым условиям степного Крыма горчица белая и сарептская, сохранность растений в контрастные по погодным условиям годы у которых находится в пределах 92 - 99 %.

Максимальный сбор маслосемян обеспечивают посеvy горчицы сарептской, в среднем за три года исследований урожайность составила 0,77 т/га, превысив горчицу белую на 0,22 т/га и горчицу черную на 0,32 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность семян разных видов горчицы при выращивании в степной зоне Крыма, т/га

Вид горчицы	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Горчица белая	0,81	0,23	0,62	0,55
Горчица сарептская	1,24	0,22	0,84	0,77
Горчица черная	0,56	0,20	0,58	0,45
НСР <sub>05</sub>	0,18	$F_{\phi} < F_{05}$	0,08	0,06

В острозасушливых условиях (2018 г) продуктивность всех видов горчицы существенно снижается до 0,20-0,23 т/га и уравнивается.

Максимальное количество жира содержится в семенах горчицы сарептской 46,9 %, эфирного масла – в семенах горчицы черной 0,95 %.

За счет высокой урожайности и масличности семян наибольший сбор жирного масла отмечается у горчицы сарептской, в среднем за годы исследований он составил 311 кг/га. Высоким выходом эфирного масла, от 1,3 до 6,1 кг/га в зависимости от условий года, отличаются горчица сарептская и горчица черная.

#### **4 Влияние азотных удобрений и норм высева на продуктивность горчицы белой**

Отмечена значительная связь всхожести семян горчицы белой со среднесуточной температурой воздуха в период «посев – всходы», коэффициент корреляции составил 0,80.

Наибольшее количество стручков на растении формируется при высева нормой 0,5 млн шт./га, в среднем за три года оно составило 75,3 шт. Каждое последующее увеличение нормы высева на 0,5 млн шт./га до 2,5 млн шт./га вело к достоверному снижению количества сформировавшихся стручков на растении. Наибольшее количество стручков формируется на фоне внесения  $N_{60}$  и  $N_{80}$ , их численность в среднем составила 44,8 и 45,0 шт. на растение, что соответственно на 25,5 и 26,0 % больше контроля. В острозасушливых условиях 2018 года положительного влияния азотных удобрений на процесс формирования стручков не отмечено, на всех вариантах опыта с удобрениями, включая контроль, количество стручков находилось на одном уровне и варьировало в пределах от 18,4 до 20,5 штук на растении. Процесс формирования стручков находится под влиянием метеоусловий, максимальное их количество было на растениях в благоприятном 2017 году, в среднем по опыту оно составило 55,0 шт., в менее благоприятном 2019 – 46,4 шт., в засушливом 2018 – 19,3 шт.

Количество семян в стручке и масса 1000 семян за период исследований варьировали от 4,6 до 6,6 штук и от 4,82 до 5,88 г соответственно.

Наибольшее количество семян в стручке сформировали растения с самой низкой нормой высева 0,5 млн семян/га (6,0 шт.), меньше всего семян было в стручках при высоких нормах высева 2,5 и 3,0 млн шт./га и в среднем их количество составило 5,4 и 5,3 шт. соответственно. Максимальное количество семян в среднем по опыту сформировалось в 2019 году – 5,9 штук, когда в период образования зеленого стручка выпали значительные осадки (115,6 мм). В остро засушливом 2018 году их количество в стручке было самым низким 5,2 шт.

В благоприятном 2017 году масса 1000 семян на удобренных вариантах составила 5,20-5,44 г и была выше контроля на 0,16-0,40 г. В 2018 и 2019 гг. масса во всех вариантах с удобрениями находилась на одном уровне и варьировала от 5,39 до 5,53 г и от 5,36 до 5,50 г соответственно. Наиболее тяжеловесными семена были в малоблагоприятных условиях 2018 и 2019 гг., их масса в среднем по опыту составила 5,45 и 5,41 г, в 2017 году данный показатель был существенно меньше 5,26 г.

Наибольшую урожайность семян на уровне 0,6 т/га горчица белая формирует при норме высева 2 млн шт./га (таблица 2). Максимальные прибавки в урожайности 33 – 85 % (0,18 – 0,47 т/га) азотные удобрения обеспечили в благоприятном 2017 году. В засушливых условиях (2018 г) применение азотных удобрений эффекта не дало. В среднем за три года исследований самая высокая урожайность порядка 0,63 т/га была сформирована при внесении  $N_{60}$ , прибавка составила 0,21 т/га или 50 %. При этом максимальную окупаемость 1 кг вносимого азота прибавкой урожая семян горчицы белой обеспечило внесение минимальной дозы удобрений ( $N_{20}$ ) – 5 кг/кг.

Влияние уровня азотного питания на урожайность горчицы белой в зависимости от условий года описывается уравнением регрессии, которое значимо с вероятностью 95 % и детерминирует 91 % вариабельности урожайности (1):

$$Y = 0,11209 + 0,297958 * I_g - 0,0565414 * N^{0,5} + 0,0846594 * (N * I_g)^{0,5} \quad (1)$$

где, Y – урожайность семян горчицы белой, т/га;

$I_g$  – индекс года;

N – доза вносимого минерального азота, кг д. в./га.

Таблица 2 – Урожайность горчицы белой в зависимости от дозы азотного удобрения, нормы высева и условий года, т/га

Доза азотного удобрения, кг/га д. в. (А)	Норма высева, млн шт./га (В)	Год (С)			Среднее	Среднее по В
		2017	2018	2019		
N <sub>0</sub>	0,5	0,48	0,23	0,26	0,32	0,46
	1,0	0,56	0,25	0,39	0,40	0,54
	1,5	0,57	0,23	0,50	0,44	0,57
	2,0	0,63	0,23	0,55	0,47	0,60
	2,5	0,55	0,21	0,53	0,43	0,58
	3,0	0,54	0,24	0,55	0,44	0,57
	Среднее	0,55	0,23	0,46	0,42	
N <sub>20</sub>	0,5	0,62	0,25	0,42	0,43	
	1,0	0,67	0,22	0,58	0,49	
	1,5	0,64	0,23	0,62	0,50	
	2,0	0,75	0,24	0,63	0,54	
	2,5	0,86	0,21	0,67	0,58	
	3,0	0,83	0,20	0,67	0,56	
	Среднее	0,73	0,22	0,60	0,52	
N <sub>40</sub>	0,5	0,57	0,23	0,46	0,42	
	1,0	0,89	0,22	0,65	0,59	
	1,5	0,82	0,24	0,72	0,59	
	2,0	0,93	0,24	0,73	0,63	
	2,5	0,84	0,23	0,75	0,61	
	3,0	0,79	0,23	0,76	0,59	
	Среднее	0,81	0,23	0,68	0,57	
N <sub>60</sub>	0,5	0,92	0,23	0,55	0,57	
	1,0	0,90	0,24	0,60	0,58	
	1,5	0,98	0,25	0,67	0,63	
	2,0	1,09	0,22	0,73	0,68	
	2,5	0,97	0,22	0,72	0,64	
	3,0	1,05	0,22	0,72	0,66	
	Среднее	0,99	0,23	0,66	0,63	
N <sub>80</sub>	0,5	0,82	0,24	0,58	0,55	
	1,0	1,06	0,27	0,58	0,63	
	1,5	1,19	0,26	0,66	0,70	
	2,0	1,09	0,22	0,72	0,68	
	2,5	1,07	0,21	0,72	0,66	
	3,0	0,90	0,23	0,70	0,61	
	Среднее	1,02	0,24	0,66	0,64	
Среднее по С		0,82	0,23	0,61	0,55	

НСР<sub>05</sub>: (А) = 0,034; (В) = 0,029; (С) = 0,025; (АС) = 0,057; (ВС) = 0,058

Влияние нормы высева на урожайность горчицы белой в зависимости от условий года описывается количественно следующим уравнением регрессии, уровень значимости которого 95 %, детерминирует 81 % вариабельности урожайности (2):

$$Y = 0,0933152 - 0,102336 \cdot H + 0,287161 \cdot I_g + 0,288645 \cdot (H \cdot I_g) - 0,0342865 \cdot (H \cdot I_g)^2 \quad (2)$$

где,  $Y$  – урожайность семян горчицы белой, т/га;

$I_g$  – индекс года;

$H$  – норма высева семян, млн шт./га.

Численность сорняков в среднем за три года исследований колебалась в пределах 28,3 – 57,0 шт./м<sup>2</sup>, независимо от уровня азотного питания и нормы высева горчицы. Максимальное их количество 85,4 шт./м<sup>2</sup> (среднее по опыту) вошло в 2017 году, который характеризовался лучшими по влагообеспеченности условиями в марте и апреле. Меньше всего сорняков вошло в условиях жаркого и острозасушливого 2018 года – 23,2 шт./м<sup>2</sup>.

Горчица белая обладает высокой способностью подавления роста и развития сорных растений. С увеличением густоты стояния культуры это действие усиливается. Повышение нормы высева с 0,5 до 2,0 млн шт./га обеспечивает существенное снижение сухой массы одного сорного растения, при последующем повышении нормы высева отмечается тенденция к снижению биомассы сорняков (рисунок 1).

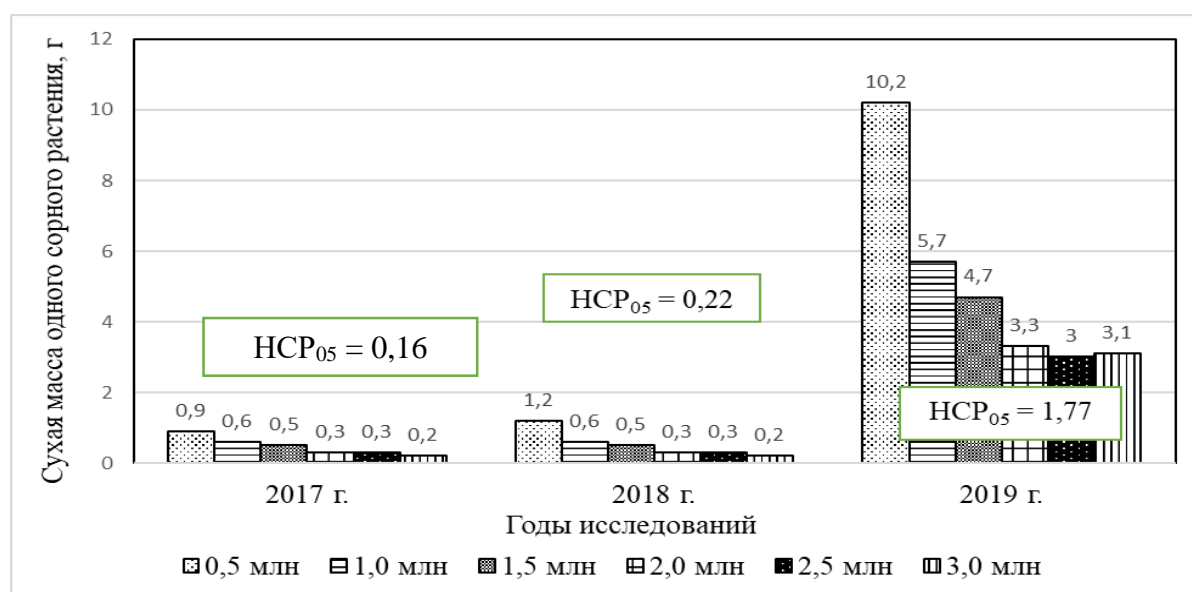


Рисунок 1 – Сухая масса одного сорного растения в посевах горчицы белой в зависимости от нормы высева культуры

При хорошей влагообеспеченности (2017 г) дозы азотного удобрения существенного влияния на биомассу сорняков не оказали. Ухудшение условий выращивания способствуют некоторому увеличению сухой массы сорняков в посевах горчицы белой (рисунок 2).

В относительно благоприятных условиях развития горчица максимально подавляет рост и развитие сорняков. Сухая масса одного сорного растения в 2017 году в среднем по опыту составила 0,5 г и была равной с данным показателем 2018 года, когда от острого недостатка влаги и высоких температур воздуха пострадали не только культурные растения, но и сорные.

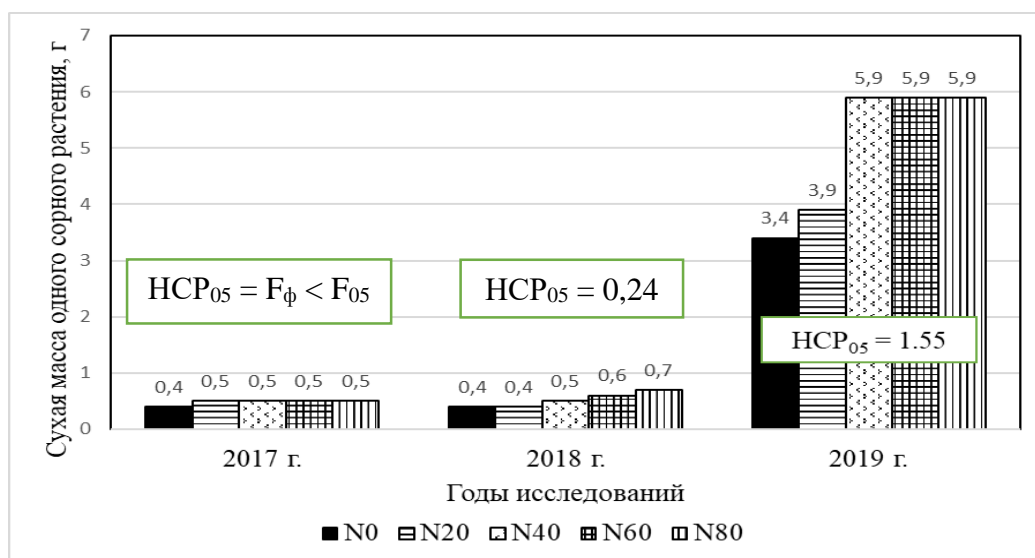


Рисунок 2 – Сухая масса одного сорного растения в посевах горчицы белой в зависимости от дозы азота

На накопление жирного и эфирного масел значимое влияние оказывают условия года, доля их действия составила 89,2 и 17,5 % соответственно. Наибольшее содержание жирного масла в семенах горчицы белой было в 2017 году – 31,9 %. В 2018 и 2019 гг., когда первая половина вегетации культуры проходила в засушливых условиях, содержание масла в семенах было значительно ниже и находилось на одном уровне 27,5 и 27,3 % соответственно. На процесс биосинтеза эфирного масла в большей мере влияют метеоусловия в период образования зеленого стручка (коэффициент корреляции 0,50).

## 5 Влияние азотных удобрений и норм высева на продуктивность горчицы сарептской

Самая низкая полевая всхожесть (в среднем по опыту 51%) была в засушливом 2018 году, варьирование по вариантам составляло 40–67 %. В 2019

и 2017 годах полевая всхожесть была довольно высокой, она изменялась в пределах 89–97 % и в среднем за год составила 94 и 93 % соответственно. Сохранность растений зависела от влагообеспеченности периода «появление всходов – начало цветения», коэффициент корреляции ГТК этого периода с сохранностью растений составил 0,72. Высокая выживаемость отмечена в 2017 и 2019 гг., в среднем по опыту она составила 96 %, в засушливом 2018 году данный показатель была на 6 % меньше.

Число стручков на растении в основном определялось нормой высева с долей действия 73,2 %, на уровень азотного питания приходилось 6,1 %. Максимальное количество стручков ежегодно формировалось на растениях при норме высева 0,5 млн шт./га, в среднем за три года их численность составила 74,7 шт. Наибольшее количество стручков в среднем за годы исследований было на фоне внесения  $N_{60}$  и  $N_{80}$  – 43,1 и 44,0 шт. соответственно. Максимальное количество стручков 86,7 и 90,3 шт. было в вариантах с наименьшей нормой высева (0,5 млн шт./га) на фоне внесения  $N_{60}$  и  $N_{80}$ .

В среднем за три года исследований наибольшее количество семян 16,3 шт. было в стручках растений при норме высева 0,5 млн. шт./га, наименьшее – в стручках при высеве максимальной нормой 3,0 млн шт./га, их численность составила 13,8 шт. Наибольшее количество семян в стручке 15,8 шт. было в варианте с внесением азота в дозе  $N_{80}$ . Благоприятные условия развития 2017 года способствовали формированию наибольшего количества семян в стручке, в среднем по опыту оно составило 15,3 шт.

С ухудшением условий влагообеспеченности масса семени увеличивалась, наиболее полновесными семена были в засушливом 2018 году, масса 1000 штук составила 3,17 г.

Продуктивность посевов горчицы сарептской в большей степени зависела от условий года – на 73,6 %. Доля влияния дозы азота и нормы высева была значительно меньшей, но существенной и составляла 7,2 и 2,6 % соответственно. Также доказано влияние взаимодействия факторов «доза азотного удобрения x условия года» - 5,5 % и «нормы высева x условия года» - 1,5%. Самая высокая урожайность (в среднем по опыту 1,09 т/га) была получена в более благоприятном 2017 году. В засушливом 2018 году урожайность была на очень низком уровне 0,23 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность горчицы сарептской в зависимости от дозы азотного удобрения, нормы высева и условий года, т/га

Доза азотного удобрения, кг/га д. в. (А)	Норма высева, млн шт./га (В)	Год (С)			Среднее	Среднее по В
		2017	2018	2019		
N <sub>0</sub>	0,5	0,49	0,20	0,53	0,41	0,56
	1,0	0,56	0,21	0,61	0,46	0,65
	1,5	0,71	0,20	0,65	0,52	0,69
	2,0	0,92	0,21	0,63	0,58	0,73
	2,5	0,75	0,20	0,63	0,53	0,77
	3,0	0,60	0,22	0,65	0,49	0,71
	Среднее	0,67	0,21	0,61	0,50	
N <sub>20</sub>	0,5	0,71	0,24	0,54	0,50	
	1,0	0,93	0,21	0,65	0,59	
	1,5	0,98	0,21	0,68	0,62	
	2,0	0,98	0,20	0,72	0,63	
	2,5	1,29	0,19	0,81	0,76	
	3,0	1,32	0,25	0,74	0,77	
	Среднее	1,03	0,22	0,69	0,65	
N <sub>40</sub>	0,5	0,73	0,23	0,57	0,51	
	1,0	1,00	0,25	0,72	0,66	
	1,5	1,08	0,23	0,81	0,71	
	2,0	1,19	0,23	0,81	0,74	
	2,5	1,36	0,24	0,82	0,81	
	3,0	1,32	0,25	0,78	0,78	
	Среднее	1,11	0,24	0,75	0,70	
N <sub>60</sub>	0,5	1,15	0,22	0,70	0,69	
	1,0	1,20	0,23	0,78	0,74	
	1,5	1,27	0,25	0,85	0,79	
	2,0	1,39	0,24	0,89	0,84	
	2,5	1,44	0,26	0,94	0,88	
	3,0	1,23	0,27	0,83	0,78	
	Среднее	1,28	0,24	0,83	0,78	
N <sub>80</sub>	0,5	1,25	0,20	0,68	0,71	
	1,0	1,45	0,22	0,76	0,81	
	1,5	1,42	0,27	0,83	0,84	
	2,0	1,42	0,24	0,89	0,85	
	2,5	1,49	0,27	0,89	0,88	
	3,0	1,21	0,28	0,79	0,76	
	Среднее	1,37	0,24	0,81	0,81	
Среднее по С		1,09	0,23	0,74	0,69	

НСР<sub>05</sub>: (А) = 0,058; (В) = 0,045; (С) = 0,033; (АС) = 0,084; (ВС) = 0,081



Максимальная прибавка в урожайности от применения азотных удобрений была получена в 2017 году на фоне внесения азота в дозе  $N_{60}$  и  $N_{80}$ , по отношению к контролю она составила 0,61 и 0,70 т/га соответственно. В 2018 году азотные удобрения не оказали существенного влияния на продуктивность посевов горчицы, которая находилась в пределах 0,21 – 0,24 т/га. В 2019 году от доз азота урожайность повысилась на 0,07-0,22 т/га, при этом достоверно при внесении  $N_{40}$ ,  $N_{60}$  и  $N_{80}$ .

В среднем за три года исследований наибольшая урожайность была сформирована на фоне  $N_{60}$  – 0,78 т/га. Увеличение дозы азота до 80 кг д.в./га статистически значимого повышения урожайности не обеспечило. С увеличением дозы вносимого азота прибавка урожая семян горчицы на каждый затраченный килограмм действующего вещества удобрений заметно снижалась. Максимальная окупаемость отмечена при внесении азота в дозе 20 кг д.в./га, она составила 7,5 кг.

Характер зависимости урожайности горчицы сарептской от совместного воздействия условий года и дозы азотного удобрения описывается регрессионным уравнением (значимо на 95 % уровне, детерминирует 92 % вариабельности урожайности) следующего вида (3):

$$Y_c = 0,111104 + 0,382451 * I_{gc} - 0,0196523 * N^{0,5} + 0,0550633 * I_{gc} * N^{0,5} \quad (3)$$

где  $Y_c$  – урожайность семян горчицы сарептской, т/га;

$I_{gc}$  – индекс года;

$N$  – доза вносимого минерального азота удобрения, кг д. в./га.

В среднем за три года исследований наибольшая урожайность семян в 0,77 т/га была сформирована при норме высева 2,5 млн шт./га. Наименее продуктивными были посевы с нормой высева 0,5 млн шт./га. При этом в острозасушливых условиях 2018 года продуктивность посевов была очень низкой и находилась на одном уровне при всех нормах высева (0,22 – 0,25 т/га). В благоприятных условиях 2017 года максимальная урожайность 1,27 т/га была получена при высева нормой 2,5 млн шт./га. Высокая урожайность (0,82 т/га) при этой же норме высева была получена и в условиях 2019 года, однако существенно она не отличалась от норм высева 1,5, 2,0 и 3,0 млн шт./га.

Для описания закономерностей влияния норм высева на урожайность горчицы сарептской в зависимости от условий года наиболее подходит

регрессионная модель (уровень значимости 95 %, детерминирует 92 % вариабельности урожайности), которая имеет следующий вид (4):

$$Y_c = 0,00306746 + 0,423256 * I_{gc} + 0,277777 * I_{gc} * H - 0,0591328 * I_{gc} * H^2 \quad (4)$$

где  $Y_c$  – урожайность семян горчицы сарептской, т/га;

$I_{gc}$  – индекс года;

$H$  – норма высева семян, млн шт./га.

Максимальное количество сорняков в посевах горчицы сарептской было в 2017 году, их средняя численность по опыту составила 100,9 шт./м<sup>2</sup>. К моменту уборки культуры количество сорняков возрастает в 1,5–1,7 раза за счет появления второй их волны в период созревания горчицы.

Избыточное количество осадков во второй половине вегетации горчицы способствовало увеличению абсолютной сухой массы сорняков до 180,8 г/м<sup>2</sup>, что в 3–5 раз больше в сравнении с годами, когда весь вегетационный период горчицы или только его вторая часть характеризуются как засушливые.

Абсолютно сухая масса сорняков снижалась со 180,8 до 44,3 г/м<sup>2</sup> при увеличении нормы высева от 0,5 до 3,0 млн шт./га. В благоприятные для развития горчицы годы максимальное угнетение сорняков обеспечивает норма высева 2,5 млн шт./га. С ухудшением метеоусловий лучший результат показывает более высокая норма высева – 3,0 млн шт./га.

Существенное увеличение абсолютно сухой массы сорняков отмечалось при внесении  $N_{60}$  и  $N_{80}$ , которая составляла составила 105,4 и 106,5 г/м<sup>2</sup> и была в 1,5 раза больше варианта  $N_0$ .

На процесс накопления жиров в семенах горчицы сарептской существенно влияют условия года, доля действия которых составляла 93,6 %. Действие азотного удобрения проявилось только во взаимодействии с условиями года – 1,2 %. Высокие температуры воздуха в период «всходы – цветение» оказывают отрицательное влияние на содержание масла, коэффициент корреляции составил -0,98. Достаточная влагообеспеченность и увеличение продолжительности периода «всходы – цветение» способствуют большему накоплению масла в семенах, коэффициент корреляции 0,96. Максимальное количество жира накапливалось в семенах в благоприятном для горчицы 2017 году, в среднем по опыту его содержание составило 51,4 %, что было выше на 5 и 9 % в сравнении с 2019 и 2018 гг.

В засушливых условиях 2018 г масличность семян была на одном уровне на всех фонах азотного питания, включая  $N_0$ , 42,2 – 42,8 %. В 2019 году в вариантах с внесением  $N_{60}$  и  $N_{80}$  масличность семян составляла 45,7 и 45,3 % и была существенно меньше  $N_0$  (47,1 %). В 2017 году при внесении азота в дозах  $N_{20}$  и  $N_{40}$  отмечена тенденция к росту содержания жирного масла в семенах с 51,0 ( $N_0$ ) до 52,1 % ( $N_{40}$ ), а при дозах  $N_{60}$  и  $N_{80}$  оно понизилось до 50,6 %.

Самым высоким содержанием эфирных масел отличались семена в жарком и острозасушливом 2018 году, в среднем по опыту оно составило 0,70 %, превысив показатели 2017 и 2019 гг. на 0,13 и 0,15 % соответственно.

### **6 Экономическая оценка и производственные испытания результатов исследований**

Максимальный чистый доход с одного гектара обеспечивает горчица сарептская, в среднем за годы исследований он составил 11291,43 рубль. Прибыльность горчицы белой была на уровне 7688,75 рублей, горчицы черной – 4819,15 рублей с гектара.

Горчицу белую экономически целесообразно высевать нормой 2,0 млн шт. семян на гектар (чистый доход 6353 руб./га, рентабельность 55,3 %, себестоимость 19356,37 руб./т) с внесением азота под предпосевную культивацию в дозе  $N_{20}$  (чистый доход 5397,65 руб./га, рентабельность 53,0 %, себестоимость 19638,24 руб./т).

Горчицу сарептскую наиболее эффективно высевать нормой 2,5 млн шт. семян на гектар (чистый доход 8392,79 руб./га, рентабельность 71,9 %, себестоимость 15219,06 руб./т) с внесением азота удобрений под предпосевную культивацию в дозе  $N_{20}$  (чистый доход 6955,25 руб./га, рентабельность 69,6 %, себестоимость 15475,16 руб./т).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. В почвенно-климатических условиях Центральной степи Крыма наиболее продуктивна горчица сарептская, урожайность которой в среднем за 2017-2019 гг. составила 0,77 т/га, превысив по данному показателю горчицу белую на 0,22 т/га или 28 % и горчицу черную на 0,32 т/га или 41 %.

2. Содержание жирного и эфирного масел в семенах горчицы являются стабильными показателями, коэффициенты варьирования в зависимости от метеоусловий менее 10 %. Самая высокая масличность отмечена у горчицы

сарептской 46,9 %, максимальное содержание эфирного масла – у горчицы черной 0,95 %. Наибольший сбор жирного масла обеспечивает горчица сарептская, в среднем за годы исследований он составил 311 кг/га, превысив горчицу черную на 159 кг/га и горчицу белую на 168 кг/га. Выход эфирного масла у горчицы сарептской и горчицы черной находится на одном уровне 3,9 и 3,7 кг/га соответственно, что на 3,2 и 3,0 кг/га больше в сравнении с горчицей белой.

3. Скороспелыми видами в условиях степного Крыма являются горчица черная (72–93 дня) и горчица белая (76–99 дней). Вегетационный период у горчицы сарептской составляет 84–104 дня. Имея самый короткий период вегетации, за счет более позднего появления всходов, горчица черная созревает одновременно с горчицей белой. Горчица сарептская готова к уборке на 10 – 13 дней позже от двух других видов.

4. Существенного влияния нормы высева и дозы вносимого азота на полевую всхожесть и сохранность растений горчицы белой и горчицы сарептской не установлено. Данные показатели зависели от погодных условий. Высокая корреляционная связь отмечена между всхожестью семян горчицы белой со среднесуточной температурой воздуха ( $r = 0,80$ ) и влажностью почвы в слое 0 – 10 см ( $r = 0,72$ ) в период «посев – всходы». Сохранность растений горчицы сарептской тесно коррелировала с ГТК периода «всходы-цветение» ( $r = 0,72$ ).

5. Установлено, что урожайность семян горчицы белой и горчицы сарептской зависит от дозы азота, нормы высева культуры и условий года. Внесение аммиачной селитры под предпосевную культивацию повышает продуктивность посевов горчицы белой на 0,10-0,22 т/га (23,8-52,4 %), горчицы сарептской на 0,15 – 0,31 т/га (30,0 – 62,0 %). Наибольшую окупаемость килограмма вносимого азота удобрений прибавкой урожая семян обеспечивает доза  $N_{20}$ , по горчице белой в среднем она составила – 5 кг/кг, по горчице сарептской – 7,5 кг/кг. С увеличением дозы азота окупаемость постепенно снижается до 2,8 и 3,9 кг/кг соответственно.

Наиболее продуктивными являются посевы горчицы белой с нормой высева 2,0 млн шт./га, для горчицы сарептской – 2,5 млн шт./га, которые сформировали урожай на уровне 0,60 и 0,77 т/га соответственно.

Эффективность изучаемых элементов технологии находится в тесной зависимости со складывающимися метеорологическими условиями в период

вегетации горчицы. Максимальные прибавки в урожае семян от применения азотных удобрений были получены в благоприятном для развития горчицы 2017 году, по горчице белой они составили 0,18–0,47 т/га, по горчице сарепткой – 0,36–0,70 т/га. В засушливых условиях (2018 год) прибавка в урожае от применения азотных удобрений равна нулю, а урожайность при всех нормах высева находится на одном и довольно низком уровне.

6. Засоренность посевов горчицы зависит от нормы высева культуры и дозы азотного удобрения. С увеличением плотности стеблестоя горчица сильнее подавляет рост и развитие сорняков. Максимальное угнетающее действие она оказывает при нормах высева 2,5 и 3,0 млн шт./га. Сухая масса сорняков в этих вариантах была наименьшей, в посевах горчицы белой она составила 38,8 и 35,4 г/м<sup>2</sup>, а в посевах горчицы сарептской – 57,3 и 44,3 г/м<sup>2</sup> соответственно. Внесение азотных удобрений способствует лучшему развитию как культурных, так и сорных растений. Статистически значимого увеличения сухой массы сорных растений не обеспечил азот в дозе N<sub>20</sub>.

7. На накопление жирного и эфирного масел в семенах горчицы существенное влияние оказывают условия года. Корреляционный анализ показал сильную зависимость масличности семян горчицы сарептской от температуры воздуха ( $r = -0,98$ ) и количества выпавших осадков ( $r = 0,96$ ) в период «всходы-цветение». Обратные закономерности выявлены по накоплению эфирного масла. Высокие температуры воздуха ( $r = 0,77$ ) и дефицит осадков ( $r = -0,85$ ) в период «всходы-цветение» способствовали большему содержанию эфирного масла в семенах горчицы сарептской. Показано, что с улучшением условий влагообеспеченности в период «всходы – начало образования зеленого стручка» содержание жирного масла в семенах горчицы белой увеличивается, а высокие температуры воздуха в фазу «образование зеленого стручка-созревание» положительно влияют на накопление эфирных масел. Сбор жирного и эфирного масел определяются уровнем урожайности культуры.

8. Выращивание всех видов горчицы в условиях степного Крыма экономически целесообразно, уровень рентабельности в среднем за три года находился в пределах 56,2–130,7 %. Наиболее прибыльным является возделывание горчицы сарептской, чистый доход составил 11291 руб./га,

превысив доход от горчицы белой и горчицы черной на 3603 руб./га и 6472 руб./га соответственно.

9. Экономически эффективным является внесение азота под предпосевную культивацию в дозе N<sub>20</sub>, уровень рентабельности был самым высоким, по горчице белой он составил 53 %, по горчице сарептской – 69,6 %, себестоимость семян – самой низкой 19638 и 15475 руб./т соответственно.

Наибольший чистый доход горчица белая обеспечивает при высеве нормой 2,0 млн шт./га, в среднем за три года он составил 6353 руб./га при рентабельности 55,3 %. Горчица сарептская высокоэффективна при высеве нормой 2,5 млн семян на гектар, чистый доход составил 8393 руб./га при рентабельности 71,9 %.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью получения наибольшего экономического эффекта выращивать в почвенно-климатических условиях степного Крыма следует наиболее адаптированную к ним и урожайную из видов горчицы – горчицу сарептскую.

В условиях степного Крыма горчицу белую следует высевать нормой 2,0 млн семян на гектар, горчицу сарептскую – 2,5 млн семян на гектар.

При выращивании горчицы белой и горчицы сарептской вносить под предпосевную культивацию азотные удобрения в дозе 20 кг/га действующего вещества.

### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

#### Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Ростова, Е.Н. Формирование продуктивности горчицы белой в зависимости от нормы высева и дозы азотных удобрений в условиях степного Крыма / **Е.Н. Ростова** // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 21(184). – С. 74-83.
2. Ростова, Е.Н. Засоренность и продуктивность посевов горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в зависимости от нормы высева и дозы азота / **Е.Н. Ростова**, А.М. Изотов // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 1(25). – С. 195-204. – DOI 10.33952/2542-0720-2021-1-25-195-204.
3. Ростова, Е.Н. Влияние элементов технологии на засоренность и продуктивность посевов горчицы сарептской (*Brassica juncea*) / **Е.Н. Ростова** // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 3(75). – С. 75-81. – DOI 10.31367/2079-8725-2021-75-3-75-81.

4. Ростова Е.Н. Семенная продуктивность и эффективность выращивания разных видов горчицы в степной зоне Крыма / **Е.Н. Ростова** // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2021. № 26 (189). С. 59–67.

5. Ростова Е.Н. Содержание растительного и эфирных масел в семенах горчицы в зависимости от вида культуры, дозы азота и нормы высева в условиях степного Крыма / **Е.Н. Ростова**, А.М. Изотов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2022. № 29 (192). С. 22–34.

#### **Научные статьи в других изданиях:**

6. Ростова, Е.Н. Экологическое испытание сортов горчицы сарептской и белой в условиях степного Крыма в 2016 году / **Е.Н. Ростова** // Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского: сборн. тез. участников региональной III науч.-практич. конф. профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых (Симферополь, 1-3 ноября 2017 г.) / ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского – Симферополь, 2017. – Т.1. – С.22-24.

7. Ростова, Е.Н. Экологическое испытание сортов горчицы сарептской и белой в условиях степного Крыма / **Е.Н. Ростова** // Сучасні напрями селекції, технології вирощування та переробки олійних культур. Збірник тез Міжнародної наукової інтернетконференції (Запоріжжя, 16 листопада 2017 р.). / Запоріжжя. ІОК НААН, 2017. – С140-142.

8. Ростова, Е.Н. Продуктивность сортов горчицы сизой в условиях степного Крыма / **Е.Н. Ростова** // Агробиологические основы адаптивно-ландшафтного ведения сельскохозяйственного производства : Сборник тезисов докладов участников Российской теоретической и научно-практической, юбилейной конференции, посвященной 100-летию создания Академии биоресурсов и природопользования (Симферополь, 12–16 октября 2018 г.) / Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2018. – С. 48-50.

9. Ростова, Е.Н. Выращивание горчицы в условиях степного Крыма / **Е.Н. Ростова** // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной наук : Материалы III Международной научной конференции (Ялта, 24 – 28 сентября 2018 г.) / Науч. ред. В.С. Паштецкий. – Ялта: «ИТ «АРИАЛ», 2018. – С. 172-173.

10. Ростова, Е.Н. Формирование оптимального агрофитоценоза *Sinapis alba* в условиях степного Крыма / **Е.Н. Ростова** // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки : Материалы IV международной научно-практической конференции (Ялта, 09–13 сентября 2019 г.) / Науч. ред. В.С. Паштецкий. – Ялта: «ИТ «АРИАЛ», 2019. – С. 100-101. – DOI 10.33952/09.09.2019.45.

11. Ростова, Е.Н. Засоренность посевов горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в зависимости от нормы высева и дозы азота в степном Крыму / **Е.Н. Ростова** // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки : Материалы V международной научно-практической конференции (Симферополь, 05–09 октября 2020 г.) / Науч. ред. В.С. Паштецкий. – Симферополь: «ИТ «АРИАЛ», 2020. – С. 93-95. – DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-44.

12. Ростова, Е.Н. Испытание сортов горчицы черной в условиях степного Крыма / **Е.Н. Ростова** // Рациональное использование природных ресурсов в агроценозах: Материалы международной научно-практической конференции (Симферополь, 12–13 октября 2020 г.) / Науч. ред. В.С. Паштецкий. – Симферополь: «ИТ «АРИАЛ», 2020. – С. 54-56. – DOI 10.33952/2542-0720-15.05.2020.32.



Научное издание

**Ростова Елизавета Николаевна**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ  
ВЫРАЩИВАНИЯ ГОРЧИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА**

Подписано в печать \_\_\_\_\_ . Формат 60 × 84  $\frac{1}{16}$ .  
Усл. печ. л. – \_\_\_\_\_ Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_

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