

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА

На правах рукописи

САЗОНКИН КИРИЛЛ ДМИТРИЕВИЧ

**ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ
НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ОЗИМОГО РАПСА
В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук
по специальности
4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Виноградов Дмитрий Валериевич

Рязань – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1. Народно-хозяйственное значение озимого рапса.....	11
1.2. Биологические и морфологические особенности озимого рапса.....	18
1.3. Влияние биоудобрений, регуляторов роста и микроэлементов на урожайность и качество семян озимого рапса.....	20
1.4. Роль элементов технологии в получении семян озимого рапса.....	32
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
2.1. Климатическая характеристика района проведения исследований.....	41
2.2. Характеристика почвы опытного участка.....	50
2.3. Схема и агротехнические условия проведения исследований.....	51
2.4. Краткая характеристика исследуемых сорта и гибридов.....	56
2.5. Методика наблюдений и исследований.....	56
ГЛАВА 3. УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРА РОСТА	58
3.1. Продолжительность вегетационного периода, фотосинтетический потенциал, сохранность и перезимовка озимого рапса.....	58
3.2. Засоренность посевов озимого рапса.....	70
3.3. Структура урожая, урожайность озимого рапса в зависимости от микробиологических препаратов.....	72
ГЛАВА 4. ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕЙСТВИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ И ФУНГИЦИДА.....	82
4.1. Развитие озимого рапса при применении органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные и фунгицида Карамба.....	82
4.2. Распространенность болезней в агроценозе	89
4.3. Структура урожая и урожайность озимого рапса в зависимости	

от действия Карамба и Ревитаплант Крестоцветные.....	93
4.4. Качество озимого рапса.....	104
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ ТЕХНО- ЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОГО РАПСА	108
5.1. Биоэнергетическая оценка возделывания озимого рапса.....	108
5.2. Экономическая оценка возделывания озимого рапса.....	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	123
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	126
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	127
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	154

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Масличные культуры в настоящее время занимают одну из лидирующих позиций в современном растениеводстве. Аграрии страны активно возделывают подсолнечник, сою, лен, виды горчицы и рапс. Получаемое растительное масло, жмыхи и шроты из данных культур высоко ценятся на внутреннем рынке страны, также большая часть сырья идет на экспорт.

На современном этапе в сельскохозяйственном производстве из группы масличных удельный вес по посевным площадям занимает подсолнечник, однако для устойчивого развития масложировой отрасли необходимо расширять видовое разнообразие возделываемых культур из масличной группы. Интродуцирование севооборота масличных культур имеет стратегическое для продовольственной безопасности, экономическое и агрономическое значение. Активное возделывание рапса, горчицы, редьки масличной, сурепицы способствует уменьшению посевных площадей под подсолнечником, сбалансированности севооборотов, расширению рынка маслосемян и оптимизации материальных затрат аграриев.

Озимый рапс является одной из перспективных культур в этом направлении. Большое разнообразие различных сортов и гибридов озимого рапса позволяет подобрать эруковые или безэруковые виды культуры для возделывания в зависимости от целей и условий выращивания. Отметим, что по сравнению с яровым рапсом потенциальная урожайность озимой формы может быть в 1,5–2 раза выше и достигать 5–6 т/га.

Посевные площади под озимый рапс в России в 2015 году составили 145,4 тыс. гектаров при средней урожайности 2,04 т/га, в 2018 году – 190,8 тыс. гектаров и 2,09 т/га. В 2023 году посевные площади уже составляли 527,2 тыс. гектаров, что на 50,3 тыс. гектаров ниже значений 2022 года. Средняя урожайность по стране в 2023 году составляла 2,81 т/га, что на 0,04 т/га выше средней урожайности в 2022 году (2,77 т/га). Почвенно-климатические условия юга Нечерноземья пригодны для выращивания озимой формы рапса. В Рязанской обла-

сти озимый рапс выращивался в 2018 году на площади 2,3 тыс. гектаров при средней урожайности 1,85 т/га, 2020 году уже на площади 5,0 тыс. гектаров при средней урожайности 2,07 т/га, в 2022 г. – 6,1 тыс. гектаров, средняя урожайность составляла 2,57 т/га; в 2024 г. – 7,6 тыс. гектаров и 2,63 т/га.

Озимый рапс не получил широкого распространения в Нечерноземной зоне России по сравнению с яровым рапсом. В первую очередь это связано с перезимовкой растений, в результате которой до 50% растений может не возобновить весеннюю вегетацию. Значительно повысить процент перезимовавших растений помогает применение специализированных росторегулирующих препаратов.

Степень разработанности темы. Исследования по изучению озимого рапса в различных почвенно-климатических условиях в Российской Федерации проводились и ранее (Я. Э. Пилюк, 2006; Д. Ю. Сулейманов, 2012; М. А. Дыренко, 2013; Н. И. Зайцев, 2012; А. П. Крылов, 2018; Н. Н. Бобко, 2017; П. Н. Черемиснов, 2019; О. М. Агафонов, 2020; Н. А. Сердюкова, 2020; А. Ш. Гаджикурбанов, 2020; В. И. Башков, 2021; Г. Б. Агаев, 2023). Известны научные зарубежные работы ученых в данной области у R. Тао, 2015; B. Cwalina-Ambroziak, 2016; Z. G. Liu, 2016; K. Ratajczak, 2017; L. Wang, 2017; A. Wenda-Piesik, 2018; S. Cadot, 2018; M. Viccaro, 2018; R. Habibur, 2019; S. Matar, 2020; Y. Aigu, 2020; S. Spasibionek, 2020; Q. Gong, 2020; A. Sikorska, 2021; N. Burbulis, 2021; Y. Du, 2021; J. Wei, 2022.

В условиях Нечерноземной зоны вопросами совершенствования технологии выращивания рапса озимого занимались Ю. К. Новоселов, 2010; В. Д. Пампура, 2013; В. Т. Воловик, 2017; Ю. К. Шпаков, 2018; А. В. Березнов, 2023.

В интенсивном сельскохозяйственном производстве каждый элемент технологии выращивания культуры должен быть современным и позволять достигать максимальной урожайности. Одним из таких приемов может стать применение микробиологических и органоминеральных удобрений, а также регуляторов роста растений. Внедрение в технологии выращивания сельскохозяйственных культур подобных агрохимикатов целесообразно, так как они обладают рядом преимуществ в сравнении с традиционными и способствуют повышению продуктивности.

Необходимые элементы питания, такие как макро-, микро- и мезоэлементы, находятся в доступной форме для растений при использовании микробиологических или органоминеральных удобрений. В научной литературе преимущественно не встречается упоминаний о негативном действии на растения подобных групп агрохимикатов. В условиях Нечерноземья существует необходимость более широкого изучения эффективности агрохимикатов в агроценозах озимого рапса, что и сформировало цель и задачи проведения данных исследований.

Цель исследований – разработать и рекомендовать производству эффективные агротехнические приемы возделывания озимого рапса в условиях южной части Нечерноземной зоны России, обеспечивающие повышение урожайности семян с высоким качеством.

Задачи исследований:

1. Изучить действие агрохимикатов на фоне предпосевной обработки семян на рост и развитие озимого рапса.
2. Выявить оптимальные дозы микробиологических удобрений на урожайность озимого рапса.
3. Определить действие органоминерального удобрения и фунгицида с росторегулирующим действием на продуктивность озимого рапса.
4. Дать экономическую и биоэнергетическую оценку предлагаемым приемам повышения продуктивности озимого рапса.

Объект исследований – озимый рапс.

Предмет исследований – оценка приемов повышения продуктивности растений озимого рапса на семена в условиях Нечерноземной зоны России.

Научная новизна. Впервые в условиях южной части Нечерноземной зоны России доказана эффективность выращивания озимого рапса сорта Северянин и гибридов Мерседес, Рохан и Ксенон в комплексе с применением удобрений микробиологической и органоминеральной группы, а также микроудобрения на фоне фунгицида с росторегулирующим эффектом с целью повышения продуктивности культуры.

Экспериментально установлена и подтверждена внедрениями в реальное производство эффективность использования в технологии озимого рапса микроудобрений ОраСтарт, Рауактив, микробиологических удобрений Азотовит, Фосфатовит, органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные и фунгицида с росторегулирующим эффектом Карамба.

Доказана высокая эффективность оптимального в опытах сочетания предпосевной обработки семян ОраСтарт в дозе 1,0 л/т в комплексе с двукратной обработкой агроценозов микробиологическими удобрениями Азотовит, 1,0 л/га + Фосфатовит, 1,0 л/га, или микроудобрением Рауактив, 1,0 л/га, осенью в фазу 4–6 настоящих листьев и весной, после возобновления вегетации в фазе розетки листьев, и нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Установлена высокая эффективность применения органоминеральных удобрений Ревитаплант Крестоцветные, 1,0 л/га, в качестве двукратной некорневой подкормки, осенью в фазу 4–6 настоящих листьев и весной в фазу розетки листьев на фоне использования фунгицида с росторегулирующим эффектом Карамба, 1,0 л/га, осенью, в фазе 6–8 листьев, и нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Получено пять патентов на изобретение в соавторстве.

Теоретическая и практическая значимость. В условиях умеренно континентального климата, на темно-серых лесных почвах юга Нечерноземья проведены многофакторные полевые опыты по изучению комплексного влияния на рост, развитие и продуктивность озимого рапса микроудобрений ОраСтарт и Рауактив, микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит и органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные, фунгицида Карамба. Проанализировано действие агрохимикатов на всхожесть, вегетационный период, сохранность, зимостойкость растений, фотосинтетические показатели, элементы структуры урожая, урожайность, масличность и жирнокислотный состав полученных семян. Представлены агрономическая, биоэнергетическая, фитосанитарная и экономическая оценки агроценозов озимого рапса сорта Северянин и гибридов Мерседес, Рохан, Ксенон в зависимости от изучаемого агроприема.

Результаты опытов прошли практическое внедрение на общей площади более 55 га в условиях Рязанской области и юга Московской области.

Отдельные материалы работы используются при ведении дисциплин «Земледелие» и «Растениеводство» у студентов агрономических направлений, а также при проведении курсов повышения квалификации для специалистов АПК.

Методология и методы исследования базировались на изучении научных работ отечественных и зарубежных ученых, проведении полевых исследований посредством закладки опытов с фиксацией основных агрономических показателей развития культуры, лабораторных опытов, биоэнергетической, экономической и статистической обработок полученных экспериментальных данных и их анализа.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Влияние агрохимикатов на фоне предпосевной обработки семян на рост и развитие озимого рапса.
2. Эффективность доз микробиологических удобрений на урожайность озимого рапса.
3. Действие органоминерального удобрения и фунгицида с росторегулирующим действием на продуктивность культуры.
4. Анализ экономической и биоэнергетической оценки предлагаемых приемов повышения продуктивности озимого рапса.

Достоверность результатов исследований подтверждена большим объемом теоретических и практических данных, полученных в процессе выполнения диссертации. Полученные по итогам исследований результаты выполнены в соответствии с общепринятыми методиками, ГОСТами, были апробированы в условиях реального производства и опубликованы в научных журналах и сборниках по итогам докладов на конференциях.

Апробация результатов работы. Основные результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались на заседаниях кафедры агрономии и защиты растений ФГБОУ ВО РГАТУ и научно-практических конференциях различного уровня (2020–2024 гг.): международных научно-практических кон-

ференциях «Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (г. Чебоксары, Чувашский ГАУ, ноябрь, 2020 г.); Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (г. Горки, БГСХА, январь, 2021 г.); «Приоритеты агропромышленного комплекса: научная дискуссия» (г. Петропавловск, СКУ им. М. Козыбаева, март, 2021 г.); «Почвенно-экологические проблемы агроценозов и пути их решения» (г. Баку, Институт почвоведения и агрохимии, июнь, 2021 г.); «Рыночная экономика: сегодня и завтра» (г. Минск, БГАТУ, март, 2022 г.); «Почвоведение в прошлом, в настоящем и будущем» (г. Баку, Институт почвоведения и агрохимии, июнь, 2022 г.). Внедрение результатов исследований в производство проводилось в условиях ИП Пеньшин С. А., глава КФХ Михайловского района Рязанской области, на площади 12 га; ООО «ТуламашАгро» Зарайского района Московской области (24 га); ООО «Пламя» Кораблинского района Рязанской области (21 га) (прил. 15-17).

Исследования выполнялись в соответствии с программой научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО РГАТУ на 2021–2025 гг. № НИОКТР 122012400340-5, раздел 3.2 «Разработка и совершенствование ресурсосберегающих технологий производства сельскохозяйственных культур в условиях Нечерноземной зоны России».

Результаты исследований по диссертационной работе отражены в 23 научных работах, в том числе 4 в изданиях, включённых в перечень ВАК при Минобрнауки России, и 1 в издании, входящем в международную базу Scopus, получено 5 патентов на изобретение.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 171 странице компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, основных выводов и предложений производству, списка литературы из 204 источников, в том числе 27 зарубежных авторов, содержит 26 таблиц, 42 рисунка и 17 приложений.

Личный вклад автора заключается в самостоятельном планировании экспериментов, подборе методик и методов исследований, выполнении лабораторных и полевых опытов, а также обобщении результатов, полученных данных, их статистической и корреляционной обработок, формулировке предложений произ-

водству. Автор выражает искреннюю благодарность и глубокую признательность научному руководителю доктору биологических наук, профессору Д. В. Виноградову за руководство, ценные советы и неоценимую помощь в организации исследований и анализе полученных данных. Автор также благодарит за содействие в организации экспериментов директора УНИЦ «Агротехнопарк» кандидата сельскохозяйственных наук Ю. В. Доронкина и профессорско-преподавательский коллектив кафедры агрономии и защиты растений ФГБОУ ВО РГАТУ.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Народно-хозяйственное значение озимого рапса

Рапс (от латинского *Brássica nápus*) является одним из самых древних растений нашей планеты. Имеет две формы – яровую и озимую. Как отмечали в своих исследованиях ученые М. З. Милащенко и В. Ф. Абрамов, рапс произрастал на нашей планете еще за 4 тысячи лет до нашей эры. В сельскохозяйственном обороте озимый и яровой рапс находится уже около 6 тысяч лет [15].

Точное место происхождения культуры определить непросто, это связано с постоянным смешиванием рапса с другими крестоцветными. Еще основоположник систематики растений Карл Линней отмечал растения рапса, которые были замечены в Новом Свете и восточно-азиатском направлении.

Постепенно растениями озимого рапса заинтересовались аграрии Германии, и в 1740 году они начали выращивать рапс в качестве сырья для получения растительного масла с последующим его использованием для изготовления смазочных масел. За счет этого озимый рапс начал набирать популярность у аграриев как техническая культура. Как следствие, все больше аграриев в разных частях Европы стали выращивать озимый рапс. Немного позже растения озимого рапса добрались и до России.

Сначала озимый рапс не получил широкого распространения в нашей стране, что было связано с большим процентом вымерзания посевов и отсутствием безэруковых сортов.

Только в 1983 году был культивирован первый безэруковый сорт ярового рапса, созданный на базе Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур, а в 1985 году – сорт вида «00».

Сорта вида «00» отличаются низким содержанием глюкозинолатов, что характеризует высококачественные сорта озимого рапса. По данным А. И. Фицева, Л. М. Коровиной, Т. В. Леонидовой, на 1 грамм воздушно-сухого вещества, приготовленного из семян рапса, приходится менее 20 мкмоль глюкозинолатов. Уче-

ные отмечают подобное содержание в качества эталонного показателя по содержанию глюкозинолатов. При этом скрининг содержания этих элементов необходимо проводить регулярно с целью определения безопасных маслосемян для дальнейшей переработки, в том числе на пищевые цели [15, 166].

Широкое распространение по территории Российской Федерации озимый рапс начал получать с 2005 года, активнее всего его стали выращивать на Северном Кавказе, что было связано, в первую очередь, с подходящими климатическими условиями [17, 141, 144].

Посевные площади увеличивались, урожайность росла, началась активная селекция новых сортов и гибридов (рис. 1 и 2).



Рисунок 1 – Посевные площади под озимый рапс на территории Российской Федерации (все категории хозяйств), тыс. га [168]

Посевные площади под озимым рапсом на территории России начали увеличиваться в 2007 году. Уже через семь лет, в 2014 году посевные площади под озимым рапсом в России составляли 257,4 тыс. га. По итогам 2019 года наблюдалось сокращение площадей до 190,8 тыс. га. В 2022 году посевные площади под культурой выросли до 576 тыс. га, при этом в 2023 году произошло снижение посевных площадей до 392,4 тыс. га.

Озимый рапс активнее начали включать в севообороты, не стал исключением и Центральный федеральный округ, в который входят Рязанская область и ряд регионов, относящихся к Нечерноземной зоне.



Рисунок 2 – Посевные площади под озимый рапс на территории Рязанской области (все категории хозяйств), тыс. га [168]

На территории Рязанской области активное увеличение площадей начинается только в 2019 году, когда под посев было отведено 2,31 тыс. га, в 2020 году – 1,3 тыс. га, в 2021 году – 1,8 тыс. га. В 2022 году под растениями рапса озимого было занято уже 6 тыс. га.

Опыт европейских стран (Чехия, Литва, Польша и Германия) показал, что увеличение посевных площадей именно под озимый рапс активизировало подъем экономики в секторе сельского хозяйства за счет расширения рынков применения маслосемян [81].

Значение озимого рапса в современном сельском хозяйстве невероятно важное. Получаемую зеленую массу и семена используют на корм для сельскохозяйственных животных и как сырье при производстве биодизеля. Отдельный вид товарной продукции представляют рапсовый жмых и шрот, получаемый в процессе переработки [94, 102, 193, 198].

Приготовленные комбинированные корма для сельскохозяйственных животных на основе сортов селекции ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса: Северянин, Лауреат, Гарант и ВИК 2 в составе 6% от общей массы корма на протяжении 40 суток использовались как основной корм цыплят-бройлеров, сохранность поголовья установлена как максимальная – 100%. Подтверждено, что использование

растительного сырья озимого рапса сортов 00-тип в составе комбинированных кормов не снижало усвояемость [43, 86, 87].

Включение в рацион крупного рогатого скота (далее – КРС) силоса озимого рапса улучшает перевариваемость протеина и способствует обогащению организма животного кальцием и фосфором. Использование силоса озимого рапса по сравнению с кукурузным силосом позволяет снизить затраты на закупку кормов в среднем на 12% [14].

Включение рапса в севооборот дает возможность расположить зерновые культуры на поле таким образом, чтобы рапс являлся предшественником [68].

В исследованиях группы ученых Донского ГАУ было установлено, что лучшим предшественником для озимого рапса является озимая пшеница или чистый пар [169].

В севообороте возврат озимого рапса на прежнее место возможен через 4 года. При возделывании именно озимого рапса снижается пестицидная нагрузка на почву по сравнению с яровым рапсом, так как часто озимый рапс в меньшей степени восприимчив к болезням по сравнению с яровой формой рапса, и дополнительная обработка фунгицидами не требуется [90].

Озимый рапс обладает высокой пластичностью среди других масличных культур, выращиваемые в наше время сорта и гибриды легко приспосабливаются к почвенно-климатическим условиям отдельных регионов России [11, 88, 121, 122].

Большая часть возделываемого озимого и ярового рапса на территории Российской Федерации выращивается с целью получения рапсового масла.

Рапсовое масло содержит в своем составе важные заменимые и незаменимые жирные кислоты. По сравнению с оливковым и подсолнечным, полученным из семян новейших гибридов, маслами в рапсовом содержится меньше олеиновой кислоты, при этом рапсовое масло пригодно для использования в пищевой промышленности [152, 159].

В мире уже введены в сельскохозяйственный оборот гибриды с высоким содержанием олеиновой кислоты (более 75%) и низким содержанием линолевой кислоты (менее 3%) [187].

Результаты исследований А. А. Головой и Л. А. Горловой по изучению 50 линий рапса озимого показали суммарное содержание пяти основных жирных кислот (пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой) в среднем на уровне 97,49%, что подтверждает пригодность масла рапса озимого для пищевых целей и, в свою очередь, закладывает основы для селекционной работы в том числе [57].

Отметим, что семена рапса по сравнению с другими масличными культурами сильнее склонны к прогорканию при хранении [165, 170].

На протяжении 15 лет велась селекционная работа по выведению нового высокоолеинового (до 80%) сорта, в 2019 году сорт был передан на регистрацию. Сорт Оливин может возделываться на зерно или зеленый корм, урожайность отмечается на уровне 6,50 т/га [157].

Первый межлинейный отечественный гибрид озимого рапса Дебют готовится для включения в список зарегистрированных гибридов, допущенных к выращиванию на территории нашей страны (ВН 521) [128].

Содержание белка и жира в семенах рапса озимого выше по сравнению с соей и очень приближено к семенам подсолнечника. В ходе переработки семян рапса выход жмыха может достигать до 70%, а рапсового шрота – до 60%. Количество белков в этих продуктах переработки достигает 50%. При расчете пищевой ценности кормов установлено: использование 1 тонны рапсового жмыха сбалансировано до 8 тонн зернофуража по содержанию белка [40, 44].

Главное преимущество жмыха и шрота исключительно рапса озимого заключается в достаточно высоком содержании протеина, его количество может достигать до 35%, что дает возможность использовать жмых и шрот в качестве кормовой добавки [44].

При проведении гидротермической обработки повышаются энергетическая ценность и перевариваемость рапсового шрота.

Низкое содержание лизина в рапсовом шроте по сравнению с соевым, напротив, является его преимуществом, и за счет этого его можно использовать для балансирования аминокислот в кормах из зерна.

Последние тенденции, которые складываются в сельскохозяйственном производстве, показывают возрастающий интерес к капустным культурам у аграриев по всей стране, в том числе в Нечерноземной зоне России [91].

Так, в химической промышленности масло рапса озимого используют как исходный материал для проведения химических реакций и синтезов. Рапсовое масло хорошо подходит в качестве исходного сырья для производства биодизельного топлива, и из него делают большое количество смазочных средств и лакокрасочных изделий [118].

В других странах большое внимание уделяется экологии, для сокращения выхлопов автомобильных газов и снижения парникового эффекта используются альтернативные виды топлива. Одним из перспективных направлений как раз и является производство биодизельного топлива, оно производится именно на основе сырья масличных культур. Рапсовое масло некоторых сортов и гибридов отлично подходит для производства этого вида топлива.

При получении урожая на уровне 30 ц/га маслосемян озимого рапса возможно произвести до полутора тысяч литров биодизеля.

Помимо сырья для производства биодизельного топлива, рапс озимый используют в качестве сырья для производства пеллет. Пеллеты – альтернативный вид экологического топлива, использование которого позволяет снизить энергозатраты на 15–20% с 25–27 кВт·ч при использовании традиционных энергоносителей до 22–23 кВт·ч на 1 тонну получаемых пеллет и добиться максимального снижения вредных выбросов в окружающую атмосферу [155].

Еще одно важное народнохозяйственное и промышленное значение озимого рапса заключается в возможности выращивания культуры на органическое удобрение.

При посеве озимого рапса в севообороте с кукурузой на загрязненных тяжелыми металлами почвах со временем фиксируется сокращение их количества.

Так, при соблюдении севооборота (озимый рапс / кукуруза) на протяжении 4 лет и более из почвы растениями озимого рапса поглощаются кадмий и свинец, что дает возможность в будущем ввести уголья в сельскохозяйственный оборот [194].

Рапс озимый можно также выращивать как сидерат за счет большой зеленой массы. Если в почву на 1 гектар запахать от 15 до 20 тонн зеленой массы рапса, то это будет эквивалентом внесению 20 тонн органического удобрения [110].

При планировании севооборота с целью обеспечения КРС зеленым кормом (зеленого конвейера) озимый рапс также является важным звеном: включение в него сортов и гибридов озимого рапса позволяет получить зелёную массу уже во второй декаде апреля [113].

В Сербии озимый рапс выращивают повсеместно. Сербские ученые в том числе изучали углубленное программирование урожаев озимого рапса с помощью современных компьютерных технологий. Использование в технологии возделывания культуры возможностей искусственного интеллекта позволяет аграриям добиваться максимальной продуктивности озимого рапса, заложенной в сортах и гибридах [204].

В Европе в 1902 году начали появляться первые селекционированные сорта озимого рапса немецкой селекции: Эккерсдорфский, Кестлинга, Гирше Саксонский, Лембке.

Селекция озимого рапса в России начала активно развиваться в 1947 году. Только через 8 лет, в 1955 году, ученые успешно районировали первые четыре сорта рапса озимого: Винницкий местный, Подольский местный, Дублянский и Янецкий [33]. После 1955 года начинают появляться гибриды озимого рапса с гетерозисным эффектом, то есть в результате скрещивания двух генетически различных гомозиготных родительских линий первое их поколение (F1) было более урожайным по сравнению с родительскими линиями.

В 1995 году в Германии впервые районировали гибриды озимого рапса, после чего началось активное расширение посевных площадей под культурой по всей Европе [118].

По сравнению с сортами гибриды отличаются большей жизнеспособностью, урожайностью и устойчивостью к болезням и стрессам. Однако при посеве гибридов необходимо учитывать такие риски, как отсутствие опыления и насекомые-вредители.

Ученые используют сорта озимого рапса в качестве звена при межвидовой гибридизации растений. Для селекции новых гибридов отечественного происхождения также большой практический интерес представляют перспективные материнские линии [25, 78, 138, 156, 158].

Как следует из исследований В. Т. Воловик [45], не все известные гибриды и сорта отечественной селекции озимого рапса могут выращиваться на территории центральной части России.

По состоянию на январь 2024 года в реестре Госсортокмиссии зарегистрировано 125 сортов и гибридов, допущенных к использованию на территории нашей страны, 27 из которых подходят для выращивания в Нечерноземной зоне России.

Анализируя обстановку на мировом рынке по выращиванию растений рапса, член-корреспондент РАН, профессор В. В. Карпачев и профессор С. В. Гончаров установили, что западные и восточные страны являются лидерами в мире по посевным площадям под культурой [40].

Трендом текущего десятилетия является внедрение новейших гибридов и увеличение их устойчивости к применяемым гербицидам [29, 41, 60].

Кроме того, активная работа ведется по отбору генетического материала по народнохозяйственным признакам, которые особенно ценны для выделения образцов с высокой урожайностью. Результаты позволяют выделить наиболее перспективные сорта для дальнейшей селекционной работы [154].

1.2. Биологические и морфологические особенности озимого рапса

Озимый рапс (*Brassica napus*) считается естественным амфидиплоидом, он произошел вследствие спонтанного скрещивания капусты и сурепицы. Растение

длинного дня, листья сизо-зеленые с восковым налетом; верхние листья на растении охватывают стебель только наполовину. Корневая система озимого рапса – стержневого типа с хорошо развитыми боковыми корнями [33].

Высота растений озимого рапса может достигать 180 см, диаметр стебля у основания может варьироваться от 1,7 до 2 сантиметров. В начальные фазы развития культуры корень заметно длиннее основного стебля. Стебель большинства сортов озимого рапса не опушённый. По форме куст озимого рапса может быть компактным или раскидистым в зависимости от размеров листьев [33].

Соцветие озимого рапса – длинная рыхлая кисть, цветки на 70% самоопыляемые, у 30% растений происходит опыление насекомыми или ветром, плод – стручок [33]. Прорастая, озимый рапс выносит из почвы две несимметричные семядоли зеленого цвета с синеватым оттенком. На одном растении формируется в среднем до 14 шт. розеточных листьев и до 22 шт. стебельных листьев [142].

Растения озимого рапса могут выдерживать отрицательные температуры до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ при удовлетворительном снежном покрове (А. А. Гортлевский, В. А. Макеев, 1983) [142].

Недостаток калия и фосфора в период зимовки может негативно сказаться на состоянии растений (Я. Э. Пилюк, 2006; Ю. А. Утеуш, 1979) [142].

Для рапса опасны отрицательные температуры и заморозки в начале зимы и в весенний период, это может отрицательно повлиять на процессы обмена веществ в растениях. Если переход от отрицательных температур к положительным происходит постепенно, то растения закаляются, что позволяет им выдерживать экстремальные температуры до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Растения рапса озимого в период формирования всходов способны выдерживать заморозки до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [189].

Интенсивно меняющиеся температуры могут вызвать энзиматическую активность внутри клеток растения, это снижает холодостойкость растений до $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. К этому в большей степени чувствительны растения, которые рано вступают в активный рост. При замораживании верхнего слоя почвы может происходить обрыв молодых корней, а в стеблях могут возникать трещины или разрывы, через которые в растения проникают возбудители грибковых заболеваний [122].

При интенсивном переходе от положительных к отрицательным температурам в начале зимы необходимо наличие устойчивого снежного покрова и оптимальный запас сахаров в тканях растений рапса озимого [115].

При температуре +5 °С происходит увеличение количества хлорофилла в листьях, углубление зеленого цвета, а также снижение проводимости ксилемы и флоемы. При температуре в ночное время –5 °С происходит разрыв хлоропластной мембраны и значительное снижение скорости протекания фотосинтеза. Повреждение хлоропластной мембраны в последующем скажется на формировании урожая [186]. Гибель растений рапса озимого может вызывать выпревание посевов, так как образовавшаяся ледяная корка препятствует воздухообмену, период вегетации в среднем длится от 270 до 320 дней.

Озимый рапс не очень требователен к почвенным условиям, однако лучшими почвами для развития культуры являются легкие и средние суглинистые почвы при среднем содержании гумуса и рН 6,2–7,0.

Взаимосвязь почвенного плодородия с урожайностью сильнее, если метеорологические условия отклоняются от идеальных. Следовательно, климатические показатели более важны для озимого рапса, чем тип почвы и ее плодородие.

Растения озимого рапса преимущественно гибнут в весенний период, после воздействия на растения отрицательных температур, губительных для рапса в зимний период. Именно климатические условия преимущественно влияют на сохранность и зимостойкость растений озимого рапса в условиях Нечерноземной зоны России [96].

1.3. Влияние биоудобрений, регуляторов роста и микроэлементов на урожайность и качество семян озимого рапса

Регуляторы роста и биологические удобрения, изготовленные на основе микроэлементов, являются неотъемлемой частью технологических схем производства сельскохозяйственных культур.

Бор, медь, цинк, железо, марганец и другие микроэлементы являются участниками многих биологических процессов, происходящих в растениях. Они повышают ферментативную активность, способствуют активизации поглощения элементов питания из почвы, активизируют процессы фотосинтеза и ассимилирующей деятельности листьев, повышают устойчивость к болезням, вредителям и антропогенному воздействию [84].

Применение микробиологических препаратов способствует в том числе усиленной фиксации азота и активизации фосфорных соединений в почве [24, 89].

Озимый рапс, как и любая сельскохозяйственная культура, нуждается в микроэлементах. Особенно остро они необходимы в период ухода в зиму, после перезимовки, когда, переживая негативные климатические влияния, растения озимого рапса выходят из зимней спячки и возобновляют вегетацию. Также микроэлементы в достаточном количестве необходимы для протекания биохимических реакций, например при синтезе крахмала, белка, витаминов, в процессе фотосинтеза, образования масла в семенах. Недостаток растений озимого рапса в микроэлементах может негативно отразиться на росте и развитии, урожайности и качестве получаемых маслосемян.

Уже доказана эффективность внесения препаратов на основе микроэлементов осенью и весной, по результатам исследований для стран Северной и Центральной Европы рекомендовано обязательно использовать различные микробиологические препараты в технологии возделывания озимого рапса [202].

Много отечественных и зарубежных ученых работают над вопросом повышения зимостойкости растений озимого рапса. В Китае проводят сравнение на генном уровне зимостойких сортов и гибридов с целью проведения селекционной работы [183, 189, 191, 197, 199, 200].

А. Бушнев, Г. Орехов и Л. Горлова отмечают, что внесение регуляторов роста и микробиологических удобрений на посевах рапса озимого на юге России также является обязательным приемом в технологической схеме, направленным на предотвращение перерастания растений осенью и повышение их зимостойкости [34]. Установлена положительная зависимость между количеством стручков

на ветвях 1-го порядка с массой семян с одного растения [161]. Использование микробиологических удобрений с различным содержанием микро- и макроэлементов оказывает влияние на формирование надземной части растения.

Скрещивание сортов и гибридов, обладающих высоким потенциалом качества семян, позволяет селекционировать новые зимостойкие сорта и гибриды, потенциал которых по биологической урожайности может составлять около 6–6,5 т/га. При этом содержание жира в подобных сортах или гибридах может достигать 50%, но уровень гликозинолатов и эруковой кислоты будет на низком уровне. Выделение части гена, устойчивого к различным грибковым болезням, также открывает новые перспективы для селекции еще более популярного ярового рапса [27, 45, 116, 185].

Достаточное количество микро-, мезо- и макроэлементов во многом определяет, каким будет развитие культуры, сбалансированным или нет. Недостаточное количество азота в клетках растений озимого рапса может повлиять на ремобилизацию серы, что, в свою очередь, ведет к генотипическим изменениям в репродуктивном росте [195].

Азот (N) – необходимый элемент для рапса, он участвует в накоплении масла в семенах, так как это очень энергоемкий процесс, требующий большого количества углерода на единицу сухого вещества. При недостатке азота листья растения становятся вялыми, а тургор клеток нарушается [178, 179].

Бор (B) – участвует в белковом и углеводном обмене, опылении и процессе оплодотворения цветков. Недостаток бора замедляет процессы деления клеток растения и снижает скорость образования генеративных органов. Сильнее всего недостаток этого микроэлемента влияет на вегетацию сахарной свёклы, бобовых культур и рапса [85].

Молибден (Mo) – участвует в синтезе белков и улучшает азотный обмен в тканях растений. Микроэлемент необходим для усвоения азота из воздуха. Способствует повышению содержания хлорофилла. Достаточное количество молибдена в клетках растений поддерживает стабильное количество углеводов и каро-

тина, участвует в образовании аскорбиновой кислоты. Недостаток этого элемента может способствовать снижению иммунитета к болезням [16].

Железо (Fe) – также участвует в процессе синтеза хлорофилла и фиксации атмосферного азота. Недостаток этого микроэлемента негативно сказывается на растении, процесс образования хлорофилла снижается, фотосинтетическая активность падает, листья растения желтеют, что ведет к полной гибели растения [56].

Медь (Cu) и Цинк (Zn) – участвуют в синтезе углеводов, накоплению сахаразы, клеточному дыханию и фотосинтетической деятельности [39, 56].

Марганец (Mn) – участвует в процессе фотосинтеза, способствует снижению нитратов [35].

Селен (Se) – повышает устойчивость растений к воздействиям окружающей среды и заболеваниям. При недостатке селена также наблюдается снижение чувствительности растений к гербицидам [148].

Никель (Ni) – необходим в достаточном количестве растениям, так как замедляет накопление мочевины за счет активного процесса её разложения. Участвует в управлении работы рибосом и стабилизирует его, необходим в достаточных количествах растениям для фиксации азота [77].

Литий (Li) – повышает устойчивость растений к заболеваниям, необходим для фотосинтеза, так как усиливает фотохимическую активность хлоропластов. В тканях растений также повышает количество витаминов группы В, усиливает рост корневой системы и ускоряет транспортировку калия по сосудам растений [112, 184].

Следовательно, микроэлементы являются незаменимым строительным материалом для здорового роста и развития сельскохозяйственных культур.

Отличительной особенностью большинства стимуляторов прорастания семян является их положительное влияние на формирование корневой системы у растений.

Сегодня в широком доступе находится большое количество всевозможных стимуляторов роста – от недорогих до элитных, безопасное использование которых давно подтверждено различными исследованиями.

Применение органоминеральных удобрений (Аминокат 30% и Амино Пауэр Анти Стрес Микро) увеличивали урожайность от 2,81 т/га до 3,30 т/га при урожайности в контрольном варианте в 2,05 т/га. При этом рентабельность производства маслосемян озимого рапса возрастала на 17,0%; 19,0%; 21,3% и 24,4% по сравнению с контролем по результатам исследований ученых из Республики Беларусь [173].

Внекорневая подкормка посевов озимого рапса микробными препаратами АгроМик, Бактопин и Гордебак в фазу стеблевания способствовала увеличению урожайности культуры в среднем на 14,1–16,9% по сравнению с контрольным вариантом (без обработок) в период проведения многолетних исследований [21, 37].

Применение микроэлементов в фазу 4–6 настоящих листьев способствует повышению содержания сухого вещества, накоплению сахаров в растениях рапса озимого. Отметим, что количество сахаров, накопленное в тканях растений перед уходом в зиму, во многом определяет успешность перезимовки, накопления витамина С и процент выживаемости растений в период весенней вегетации [117].

Предпосевная обработка растений озимого рапса сортов Черемош и Анна положительно сказалась на устойчивости к болезням, урожайности и качестве маслосемян. Трехлетние исследования в 2014–2016 гг. показали, что применение в технологии возделывания протравителя Круизер, 2,5 л/га, стимулятора роста – Вымпел-К (500 г/т), микроудобрения Оракул семена (1,0 л/т) снижали процент развития пероноспороза – на 9,2%, альтернариоза – на 3,3% и фомоза – на 1,9%. Урожайность в среднем за годы на варианте с комплексным применением препаратов отмечалась на уровне 3,36 т/га (+0,22 т/га к контролю) [32, 67].

Многолетние исследования (2009–2011 гг.) на лугово-каштановой тяжело-суглинистой почве показали влияние предшественника и способа основной обработки почвы на урожайность. Наивысшая урожайность отмечена на варианте с предшественником в виде кукурузы на силос при плоскорезной обработке почвы (3,45 т/га) [100].

Установлено положительное влияние на устойчивость к заболеваниям от обработки посевов озимого рапса инсектицидами осенью в фазу 2–4 настоящих листьев, где положительный эффект может достигать 70% [20].

Препараты Интермаг Титан, Интермаг Рапс, Эколист Рапс и Эколист Макро, обеспечивали прибавку урожайности на уровне 0,32–0,39 т/га в проведенных учеными опытах [76].

При применении микробиологических удобрений с молибдатом аммония урожайность отмечена на уровне 3,38 т/га, при литии углекислом – на уровне 3,30 т/га, при сульфате церия – на уровне 2,97 т/га, а селенита натрия – на уровне 2,88 т/га. Урожайность на контрольном варианте зафиксирована на уровне 0,68 т/га в среднем за два года исследований [120].

Перспективным действующим веществом для разработки и производства фитозащитных биопрепаратов пролонгированного действия могут являться эндофитные бактерии. В Белорусском государственном университете проводят изучение влияния эндофитных бактерий на сельскохозяйственных культурах. В опыте участвовал сорт озимого рапса Зорны, результаты опытов показали повышение устойчивости растений озимого рапса к засолению при инкрустировании растений отобранными штаммами эндофитных бактерий, выделенных из зёрен кукурузы, корней тритикале и ржи [135].

Как известно, при выращивании озимого рапса важно, чтобы культура достигла фазы розетки и сформировала достаточную зеленую массу для перезимовки, но при этом точка роста оставалась как можно ближе к поверхности почвы. Ряд регуляторов роста при правильной дозе и сроке внесения может оказать положительное действие на перезимовку озимого рапса за счет торможения роста стебля в высоту. Фунгициды Карамба и регулятор роста Фоликур обеспечили высокие показатели перезимовки в исследованиях ученых А. В. Гаджикурбанова и В. Г. Плющикова, объектами исследований в которых являлись три сорта озимого рапса.

В результате многолетних (2017–2019 гг.) исследований было установлено, что количество перезимовавших растений по вариантам с применением агрохи-

микатов и фунгицида было выше на фоне регулятора Фоликур у стандарта, а также у сортов Элвис Метеор на 11,0; 16,8 и 15,6 % соответственно, а в случае обработки регулятором Карамба – на 8,5; 13,9 и 12,7 % соответственно. Отмечались возросшие параметры фотосинтетической деятельности за счет увеличения листовой поверхности на 9,9% в среднем с препаратом Фоликур и увеличение урожайности культуры в среднем за время исследований. Сорт Элвис показал лучшую урожайность при применении регулятора роста Фоликур – 4,76 т/га, при контроле в 4,34 т/га, при применении Карамба – 4,56 т/га [50, 51].

Совместное применение росторегулирующего фунгицида Карамба совместно с препаратами Экосил или Эколист Моно позволяют достичь достоверной прибавки урожая в диапазоне 0,84–0,95 т/га. Результаты исследований были получены в 2016–2018 гг. [64].

Фунгициды, кроме росторегулирующего воздействия, выполняют для растений защитную функцию против болезней рапса озимого.

Альтернариоз, склеротиниоз, или белая гниль, серая гниль, фомоз, корневая гниль, вертициллезное и фузариозное увядание можно отнести к основным болезням грибной этиологии, оказывающим негативное действие на формирование высокопродуктивных посевов озимого рапса [90].

При поражении этими болезнями растений рапса озимого может произойти снижение количества масла в семенах до 30%. В 2015–2016 гг. в Белорусском институте защиты растений было подтверждено положительное действие на растения фунгицидов Мирадор Форте, КЭ и Кустодия, КС. Так, по результатам двухлетних исследований использование фунгицидов против основных грибковых болезней в фазу середины цветения положительно сказывается на здоровье и урожайности озимого рапса. При использовании препарата Кустодия КС урожайность в среднем составила 3,28 т/га, что на 0,59 т/га выше по сравнению с контролем. Если использовать препараты при развитии грибковых болезней до 5%, в среднем возможно сохранить до 0,68 т/га маслосемян [124, 149].

По мнению ученых из Гродненского государственного аграрного университета, применение в агроценозах высококонцентрированного комплекса природ-

ных биологически активных веществ, входящих в состав препарата Terra-sorb, целесообразно и экономически выгодно. Объектом изучения являлся гибрид озимого рапса Петрол F1, препарат применяли в четырех различных концентрациях двукратно. Результаты показали положительное влияние использования препарата на структуру урожая и урожайность. В среднем за два года исследований в 2019–2020 гг. прибавка урожайности по отношению к контролю составила 15,8%, или 0,58 т/га [147].

При изучении влияния экзогенной 5-аминолевулиновой кислоты (АЛК) в концентрации 50–200 мг/л на фотосинтез растений озимого рапса установлено положительное влияние на накопление фенолов и их производных (антоцианов). 5-аминолевулиновая кислота индуцирует накопление антоцианов в клетках растений озимого рапса и активизирует защитную реакцию клеток за счет снижения накопления O_2 . Антоцианы – растительные пигменты, которые участвуют в формировании цвета растения, а также выполняют защитную функцию в периоды стресса [74, 79, 97, 171].

Использование регуляторов роста совместно с азотными удобрениями также оказывает влияние на формирование маслосемян озимого рапса. Проведенные в 2013–2016 гг. исследования группой ученых их Республики Беларусь совместно с учеными из Чехии на растениях озимого рапса показали целесообразность применения при выращивании растений рапса озимого карбамида вместе с регулятором роста растений Гидрогумат при внесении их в качестве основного удобрения и подкормки (N30+100+60) на фоне P70K133 с двумя некорневыми подкормками микроэлементами в форме хелатов. Использование по такой схеме препаратов обеспечивает прибавку урожайности семян рапса озимого в среднем на 0,3 т/га [137].

Изучены различные дозы азотных удобрений на рост, развитие растений и урожайность культуры. Внесение азотных удобрений способствует более ранней закладке первой продуктивной ветви, что, в свою очередь, в будущем влияет на общее количество семян и их массу [153].

Микробные препараты (Агромик, Бактопин, Гордебак) оказали влияние на урожайность и качество семян озимого рапса. Применение микробных препаратов Агромик, Бактопин, Гордебак в технологии выращивания озимого рапса способствовало прибавке урожая в среднем от 0,52 т/га до 1,03 т/га. Препараты с азотфиксирующими и фосфатмобилизирующими действиями повысили масличность семян в среднем до 1,9% по сравнению с контролем, чистый экономический доход в опытах также возрос [177].

Биорегуляторы роста могут влиять на количество глюкозинолатов в семенах озимого рапса. Проведенные исследования показывают, что при применении в технологии возделывания биостимуляторов (Asahi SL, Silvit и Tytanit) можно добиться снижения количества глюкозинолатов в маслосеменах и тем самым довести полученный урожай до наивысшего уровня качества [184].

Важным звеном в производстве растений озимого рапса является зимостойкость. В исследованиях В. С. Пустовойтова, Л. А. Горловой, В. В. Сердюк и О. А. Сердюк в период 2014–2017 гг. установлено положительное влияние регуляторов роста различных групп химических соединений на перезимовку растений (препараты группы триазолов (Фоликур, КЭ, Колосаль, КЭ, Карамба, КЭ) и хлорорганического препарата (Це Це Це 750, ВК). В опытах исследовали 13 различных вариантов применения препаратов с разными нормами расхода, включая контрольный вариант (без обработок). Установлено, что препараты Фоликур и Карамба повышают зимостойкость растений озимого рапса в среднем на 7–11%, двукратная же обработка этими препаратами замедляет рост растений в высоту, снижает полегание и поражение болезнями на 3–4 балла по сравнению с контролем. Именно использование препаратов Фоликур и Карамба повышало урожайность растений при осеннем внесении в среднем на 0,18–0,22 т/га, весеннем – на 0,38–0,40 т/га, двукратном – на 0,54–0,56 т/га [62].

Как отмечалось выше, препарат Карамба положительно себя зарекомендовал. В. И. Панасин и Д. А. Рымаренко отмечают положительное влияние препаратов Карамба Турбо и Оптима Дуо в первую очередь на зимостойкость и восприимчивость к болезням. Так, в среднем по годам исследований гибель растений по-

сле перезимовки отмечалась в пределах 26,8–31,5%, в вариантах же с обработкой растений препаратами гибель растений зафиксирована на уровне 8,9–17,9 % [123].

Г. В. Пироговская и В. В. Лапа в своих исследованиях установили наилучшую среднюю урожайность на уровне 3,4 т/га в многолетних опытах на фоне применения однокомпонентного минерального удобрения [133].

Климатические условия также важны для благоприятного развития озимого рапса [201]. Несмотря на высокую резистентность тканей репродуктивных органов рапса к низким температурам и влажности, пыльца озимого рапса, напротив, более чувствительна к стрессовым ситуациям [160].

Оценку зимостойкости озимого рапса изучали на уровне спорофита и гаметофита с целью определения гена холодоустойчивости в коллекционных образцах озимого рапса. Проведенная научная работа методом проращивания пыльцы в питательной среде в условиях действия стрессового фактора помогла определить перспективные образцы из 38 коллекционных сортов и сортообразцов, которые будут использованы для дальнейшей селекционной работы [36, 82].

Липаза – фермент, участвующий в активности процесса гидролитического расщепления отложенных в эндосперме растений сложных веществ, именно этот фермент ингибирует активное прорастание семян после посева. В современном сельском хозяйстве можно применять специальные препараты, которые увеличивают активность ферментов и тем самым стимулируют растения активно и дружно прорасти после посева.

Использование препаратов Фитоверм в различных концентрациях действующего вещества 1,2 г/кг; 2,4 г/кг; 3 г/кг и Виал-ТТ в концентрациях 0,5 мл/кг и 1 мл/кг семян ингибирует активность липазы и вследствие этого повышает активность прорастания семян [70, 71].

Использование экологически чистых препаратов для повышения продуктивности растений рапса озимого достаточно важно для почвенного плодородия и окружающей среды [180].

В фазу начала бутонизации растения озимого рапса могут усваивать необходимые микроэлементы. Положительное действие на растения было установлено в

исследованиях по некорневой подкормке растворами йодистого калия в концентрациях от 0,01 до 0,1%. Применение изучаемых концентраций оказало влияние на биомассу растений в фазе цветения, накопление микроэлементов и урожайность. В среднем за 2014–2016 гг. была зафиксирована прибавка по вариантам опыта по отношению к контролю в 0,44 т/га, 0,35 т/га и 0,23 т/га [66].

Использование микроэлементного комплекса, который является основой препарата АгроНАН, в различные фазы бутонизации рапса озимого позволяет добиться увеличения биологической урожайности на 0,28–0,32 тонны с гектара площади [145].

Доказано влияние на биологическую урожайность регулятора роста растений Экосил, который изготовлен из тритерпеновых кислот. При внесении этого препарата двукратно в дозе 0,10 л/га в фазе начала бутонизации и фазе полной бутонизации биологическая урожайность в среднем увеличивалась на 0,46 т/га, также при этой дозе внесения по сравнению с другими дозами (0,15–0,25 л/га) зафиксирована максимальная биологическая урожайность гибрида озимого рапса Петрол F1 6,52 т/га.

На черноземе обыкновенном для повышения продуктивности культуры на 21% и увеличения сбора жира с гектара на 23% рекомендуется проводить некорневую подкормку посева рапса озимого в фазу 4–8 листьев осенью и весной в фазу стеблевания микробиологическим агрохимикатом Миллерплекс. В состав препарата входят все необходимые микроэлементы (B, Cu, Mn, Fe, Zn, Mo, Mg, Co, Ca, Zn, S) [176].

При совместном применении регулятора роста Экосил и препаратов ЭлеГум-Медь и ЭлеГум-Бор в опытах, проведенных в 2013–2014 гг., урожайность отмечена на уровне 4,14 т/га, что на 1,42 т/га выше по сравнению с вариантом без применения препаратов [146, 150].

Комплексное применение сбалансированных по выносу доз удобрений азота, микроэлементов и регуляторов роста позволяет достичь увеличения урожайности на 8–12% по сравнению с вариантом без применения удобрений и микробиологических регуляторов [151].

В течение трехлетних исследований (2012–2014 гг.) на лугово-черноземных почвах по определению оптимальных условий азотного питания растений озимого рапса было установлено, что применение различных доз удобрений оказывало влияние на структуру урожая и урожайность. При применении удобрений в ходе восстановления ранневесенней вегетации и в фазу бутонизации на изучаемых гибридах максимальная урожайность составила у гибрида Таурус 3,62 т/га, у гибрида Нельсон – 3,78 т/га [23].

Запатентованы изобретения в области сельского хозяйства, направленные на повышение урожайности зеленой массы и маслосемян озимого рапса (Л. Ю. Костоева, 2019, Е. И. Лупова, 2021, А. Л. Тойгильдин, 2022) [125, 126, 127].

При внесении в некорневую подкормку удобрений, содержащих бор, медь и марганец, обеспечивалось повышение биологической урожайности семян озимого рапса на 0,52 т/га, масличности на 1,6%. Ученые отмечают, что накопление микроэлементов в семенах культуры во время проведения исследований не выявлено, что позволяет сделать вывод об экологичности данного метода увеличения продуктивности культуры [140].

При применении росторегулирующего препарата Сетар, СК в посевах озимого рапса исследователями И. Г. Бруй и Е. В. Дуньковичем было зафиксировано достоверное снижение высоты точки роста в осенний период и увеличение корневой шейки на 6,3–16,2%, что свидетельствует о положительном влиянии препарата на растения рапса, за счет чего удалось увеличить количественный показатель по перезимовке [30].

И. Г. Бруй и В. В. Холодинский также отмечают снижение высоты точки роста в среднем на 45,1–55,1%, увеличение диаметра корневой шейки на 17,4%, увеличение урожайности с 2,0 т/га до 3,0 т/га и с 2,1 т/га до 3,3 т/га соответственно при применении регулятора роста Архитект, СЭ в посевах озимого рапса сорта Витовт и гибрида Мерседес [31].

Применение микроудобрений Эколист Макро 35 + Mg и Интермаг Титан в посевах озимого рапса оказало существенное влияние на качественные показатели получаемой продукции [95].

В Предгорной провинции Республики Дагестан с 2020 года проводятся исследования по изучению влияния различных доз регулятора роста растений Рестарт, Ж в качестве предпосевной обработки и обработки почвы перед посевом растений рапса озимого. Было зафиксировано увеличение активности фотосинтетической деятельности растений сорта Элвис по вариантам опыта – 35,3 тыс. м²/га, максимальный показатель превзошел показатели сортов Сармат и Лорис соответственно на 11,0–5,1% [7,8].

Полученные результаты в исследованиях по изучению различных доз серо-содержащих удобрений в технологии возделывания озимого рапса показали их положительное влияние. Так, в ходе исследований было установлено увеличение урожайности при применении карбамида на фоне РК на 0,3–0,6 т/га. При применении удобрений с сульфатом аммония, бором и гуматами прибавка урожайности составила 0,6 и 0,5 т/га [132].

Таким образом, применение при выращивании озимого рапса на семена и зеленую массу различных форм удобрений является целесообразным элементом технологии возделывания культуры с целью повышения качества растительного сырья и урожайности культуры. Агрохимикаты, входящие в группу данных удобрений, имеют натуральный состав и не наносят сильного негативного экологического влияния на агроландшафты в будущем.

1.4. Роль элементов технологии в получении семян озимого рапса

В своих исследованиях О. Г. Макрушина отмечает важность подготовки к посеву озимого рапса. Следует четко соблюдать рекомендации по времени посева, удобрения лучше вносить в период основной обработки почвы, использовать химические препараты для стимулирования роста корневой системы и не допускать перерастания растений в осенний период [101].

Важным элементом при возделывании озимого рапса А. Ш. Гаджикурбанов (2020) отмечает отвальный способ обработки под озимый рапс, при котором кормовые единицы и перевариваемый протеин зафиксированы в большем количестве на

5,3 и 5,5% в среднем по сравнению с безотвальным способом обработки почвы [49, 52].

Отметим, что на урожайность маслосемян рапса озимого могут также повлиять агротехнические мероприятия, проводимые во время посева [143]. Так, при комбинированной системе обработки почвы, когда посев осуществляли прямо по предшественнику, под которым проводили вспашку, урожайность отмечалась на уровне 2,39–2,41 т/га [105].

В исследованиях Ю. А. Кузыченко, Р. Г. Гаджиумарова, А. Н. Джандарова [92], проведенных в 2021–2022 гг. на чернозёме в южной и юго-восточной части Ставрополя, установлено, что развитие корневой системы рапса озимого зависит от запасов влаги в почвенном слое, а также снижается в зависимости от плотности почвы. Исследования проводили при различных системах обработки почвы. Ученые рекомендуют проводить диско-лаповую культивацию на глубину 16 см в осенний период.

При подготовке поля под озимый рапс дискование необходимо осуществлять в обязательном порядке, так как этот простой агротехнический прием позволяет значительно снизить численность сорных растений [167].

На полях Армавирской опытной станции в 2018–2019 гг. проводились исследования по изучению влияния различных факторов на продуктивность озимого рапса сорта Сармат. Проведенные учеными (О. М. Агафонов, В. Ю. Ревенко, Н. Н. Свиридов) исследования показали зависимость урожайности и масличности от густоты стояния и сроков посева. Так, при поверхностной обработке почвы с внесением биодеструктора стерни и 30 кг/га NH_4NO_3 урожайность культуры отмечалась в 3,29 т/га при масличности в 47,4 %. Срок посева лучше выбирать оптимальный или ранний, в зависимости от сорта или гибрида. Исследования 2018–2020 гг. по изучению оптимальных сроков посева и нормы высева семян, нормы внесения удобрений и сорта влияют на урожайность и структуру растений озимого рапса. Посев рекомендуется проводить с нормой высева 0,5 млн шт./га и вносить в качестве основного удобрения в виде сульфоаммофоса, нормой $\text{N}_{48}\text{P}_{60}\text{S}_{36}$ [9, 10].

Важным периодом в развитии озимого рапса является время ухода в зиму с последующей перезимовкой. Во многом этот период зависит от оптимального срока посева [200, 203].

Зарубежные ученые подтверждают влияние сроков посева на урожайность и качество маслосемян рапса озимого. В изученных литературных источниках приводятся рекомендации по оптимальному сроку посева семян, ученые акцентируют внимание на несущественном изменении урожайности растений при норме высева в 40–60 шт. всхожих семян на м² [181].

Многолетние опыты в Научно-практическом центре НАН Беларуси (1987–2019 гг.) показали зависимость зимостойкости культуры от климатических, агротехнических, физиологических и генетических условий. Одним из важных элементов технологии являются оптимальные сроки посева, при посеве озимого рапса в первые дни августа часто можно было наблюдать перерастание культуры, при котором необходимо использовать росторегулирующие фунгициды [130].

Перезимовка растений также может зависеть от сроков посева и уровней внесения основного удобрения под культуру. Изучались три срока посева: 10 и 21 августа и 5 сентября, а также фосфорные и калийные удобрения в различных дозах. Результаты исследований показали значительное влияние сроков посева, уровней основного и предпосевного удобрения и типа гибрида на осеннюю вегетацию и перезимовку растений озимого рапса. Наилучший результат получен в варианте при норме внесения удобрений в дозе N₂₀P₆₀K₁₂₀ под раннеспелый гибрид, посеянный 1 августа, среднеспелый гибрид, посеянный 21 августа, и позднеспелый гибрид, посеянный 5 сентября [106].

Ученые отмечают оптимальные сроки посева в период 10–24 августа в центральной части Беларуси, исследования проведены на трех сортах озимого рапса – Лидер, Днепр F1, Вектра F1 в 2012–2014 гг. [28].

Нарушение сроков посева и норм высева может способствовать итоговым потерям урожая до 70% [58].

Важным элементом агротехники при возделывании озимого рапса является норма высева культуры. Проводимые в Республике Беларусь исследования по

изучению влияния этого элемента на продуктивность растений озимого рапса показали растущую динамику при увеличении нормы высева от 0,6 до 0,8 млн шт. всхожих семян на гектар. Элементы структуры урожая и урожайность возрастали при увеличении нормы от 1,99 т/га до 3,01 т/га соответственно [139].

При посеве рапса озимого с нормой высева 1,0 млн шт./га и внесении удобрений в дозе $N_{120}P_{90}K_{180}$ снижается пораженность культуры фомозом, альтернариозом и пероноспорозом в среднем на 6% [137].

В условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном в Приазовской зоне Азовского района Ростовской области сроки посева также являются важным звеном в технологии возделывания рапса. В 2013–2017 гг. на сорте озимого рапса Лорис и гибриде ЕС Нептун исследовали 8 сроков посева в широком периоде – от 3-й декады августа до 1-й декады октября. В результате наивысшая урожайность по сорту Лорис была зафиксирована в вариантах со сроками посева в первую, вторую и третью декады сентября на уровне 3,13 т/га, 4,33 т/га и 3,39 т/га соответственно. Наибольшая урожайность была получена на растениях гибрида ЕС Нептун при сроках посева с интервалом в неделю, начавшихся 20 августа, и составила 3,21 т/га. Результаты исследований показывают, что иностранный гибрид по сравнению с отечественным сортом имеет более широкие пределы для заделки семян в почву [54].

Отметим, что в проведенных нами исследованиях норма высева семян озимого рапса составляла 1,0 млн всхожих семян на гектар, в первую очередь норма обусловлена рекомендациями к возделыванию культуры в Нечерноземной зоне Центрального региона РФ.

Исследования А. А. Лобко, К. С. Савицкой и С. Н. Козлова показали целесообразность применения инсектицида Борей Нео, СК (0,1–0,2 л/га): против рапсового цветоеда эффективность применения препарата варьировалась от 72,6 до 95,1%, против семенного скрытнохоботника – до 95,5% [98].

В Калининградской области для снижения нагрузки на гибрид озимого рапса Гидромел в технологии возделывания применялись инсектициды широкого спектра действия Денис Профи и Бискайя. Использование препаратов в технологии

возделывания останавливало развитие популяции вредоносных организмов, тем самым позволяло получить оптимальную урожайность, которая по вариантам отличалась на уровне 2,8 и 3,3 т/га, при урожайности на контрольном варианте в 1,8 т/га [47].

Гербициды, которые используют для борьбы с сорняками, также создают благоприятные условия для оптимального роста и развития растений рапса озимого [163, 164].

Препараты на основе имидазолов эффективно борются с сорняками и не наносят при этом вреда растениям, к тому же у сорных растений значительно снижается резистентность. Изучаемые препараты Парадокс ВРК и Грейдер ВГР, а также баковые смеси препаратов в разных концентрациях при применении осенью и весной эффективно воздействуют на сорную растительность, тем самым снижают угнетение растений озимого рапса. При весеннем применении баковых смесей зафиксирована 100%-ная эффективность [26].

Препараты на основе клопиралида и пиклорама эффективно подавляют подмаренник цепкий и не вредят растениям озимого рапса, сорное растение может появиться на полях в широком климатическом промежутке осенью и весной [75].

Гербицид Сальса, СП, который относится к гербицидам почвенного действия, в период вегетации способствует снижению численности и массы двудольных сорных растений в среднем на 75,1 шт./м² по сравнению с контрольным вариантом, в котором количество всех двудольных сорняков отмечено на уровне 148,3 шт./м², что позволяет сохранить до 0,3 т/га маслосемян [136].

Внесение различных удобрений в определенных дозах также оказывает влияние на урожайность и качество маслосемян озимого рапса.

Проведённые исследования на дерново-подзолистых почвах Белоруссии показали: внесение азота в дозе 150 кг/га на фоне P₈₀K₁₂₀ в начале возобновления весенней вегетации позволило добиться урожайности в 4,18 т/га [55, 175].

В Китае получены результаты изучения влияния минеральных удобрений на урожайность растений рапса озимого. Исследования проводились по всему бас-

сейну реки Янцзы на 60 экспериментальных участках, в итоге установлено достоверное увеличение урожайности культуры от внесения азотного, фосфорного и калийного удобрения на 40,4; 23,1 и 11,5 % [188].

Влияние серосодержащих удобрений на урожайность и качество озимого рапса изучала группа ученых Института почвоведения и агрохимии в 2019 и 2022 гг., так как некоторые масличные культуры, в число которых входит и озимый рапс, нуждаются в сере на некоторых этапах роста и развития. Внесение удобрений осуществляли в первую ранневесеннюю подкормку, вносили элементарную серу одновременно с КАС. Увеличение урожайности в годы проведения исследований (2018–2019 гг.) составило от 0,4 т/га до 0,8 т/га по сравнению с контрольным вариантом [38, 132].

При переходе от ресурсосберегающей технологии возделывания к интенсивной (усовершенствованной) удаётся достигнуть увеличения урожайности маслосемян и снижения себестоимости производства, что подтвердили результаты научных изысканий Я. Э. Пилюка из Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Так, при комплексном использовании различных препаратов при протравливании семян (Терция 2,5 л/га + Табу 6 л/га + Террасорб Комплекс 1 л/га + Органо Бор 1 л/га), снижении нормы высева семян с 0,9 до 0,6 млн/га, более интенсивной подкормке азотными удобрениями, некорневых подкормках и применении росторегулирующего фунгицида Карамба Турбо осенью (фаза 4 листьев) и весной (фаза стеблевания) урожайность озимого рапса сорта Империял в среднем за годы исследований (2017–2018) увеличилась с 3,04 до 4,73 т/га [131].

Для получения стабильного урожая на уровне 3,8 т/га маслосемян озимого рапса ученые Л. А. Гарбар и Э. М. Горбатюк рекомендуют применять систему удобрений при нормах внесения $N_{30}P_{80}K_{105} + N_{60}$ (восстановление ранневесенней вегетации) + N_{30} (бутонизация) [53].

При большой активности основных вредителей озимого рапса (рапсовый цветоед, капустная моль, крестоцветные блошки) потери урожая могут достигать 90%. Важно правильно и вовремя выстраивать защитные мероприятия, которые помогут защитить растения от вредителей [42].

Группа ученых Кубанского ГАУ рекомендует своевременно бороться с сорной растительностью, проводить тщательную обработку почвы осенью (рыхление междурядий), использовать химические средства защиты и не пренебрегать рекомендуемым научно обоснованным порогом вредоносности по каждому из вредителей [47].

Сорта и гибриды озимого рапса активно изучают иностранные ученые. Проводятся многолетние исследования по изучению вредителей, болезней, интродукции растений [182, 196, 202].

Итальянские ученые отмечают озимый рапс в качестве двойного посева с фасолью, в качестве замены итальянской культуры – райграс. Исследования проводились в 2011–2014 гг. и показали целесообразность использования озимого рапса, благодаря чему снижались затраты на химические средства защиты растений, а баланс микроэлементов (калий, кальций, магний) в почве был более сбалансированным [189].

Кроме того, при уборке урожая озимого рапса может произойти естественное явление в виде растрескивания стручков, обычно это случается за одну-две недели до начала уборочной кампании. Чтобы избежать потерь урожая, непосредственно перед уборкой необходимо использовать специальные препараты, которые предотвращают растрескивание стручков и осыпание семян [59].

Как видно из анализа литературных источников, озимый рапс является весьма перспективной сельскохозяйственной культурой, некоторые ученые проводят ее многолетние исследования (Я. Э. Пилюк, С. Ю. Храмченко, О. Н. Авхимович, П. Н. Черемиснов, М. А. Дыренко) с целью изучения адаптивности как новых сортов и гибридов, так и уже известных и широко распространенных [72, 129, 172].

Многолетние исследования, проводившиеся в 2006–2011 гг. по изучению различных уровней химизации в технологии возделывания рапса озимого и ярового, показали преимущество умеренного уровня использования химических средств. При этом ученые отмечают преимущество озимой формы рапса над яровой за счет большей биологической продуктивности и хорошей экологической

устойчивости к окружающей среде. Рапсовый пар также является перспективным в качестве предшественника [80, 99].

Изучение приемов повышения продуктивности маслосемян озимого рапса в условиях Нечерноземной зоны России и являлось темой наших исследований.

Заключение по главе 1. Констатируем, что озимый рапс по сравнению с другими масличными культурами отличается достаточно высокой пластичностью, холодостойкостью и морозостойкостью; имея широкую область применения масличных семян и зеленой массы, культура способна отрастать после скашивания, она обладает большим биологическим потенциалом, имеет важное агрономическое и народнохозяйственное значение.

Анализируя результаты исследований ученых по влиянию биоудобрений, органоминеральных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов, можно сделать вывод об актуальности применения указанных групп химических препаратов в технологии возделывания растений рапса озимого, в том числе в Нечерноземной зоне России.

Включение в технологию возделывания озимого рапса использования удобрений различных форм, а также проведения предпосевной обработки и защитных мероприятий от болезней стимулирует увеличение урожайности, повышение устойчивости к внешним неблагоприятным факторам, в том числе природным, и может являться приемом, не оказывающим сильного влияния на экологическое состояние земель сельскохозяйственного назначения.

Наряду с уже имеющимися гибридами и сортами иностранной селекции благодаря работе российских селекционеров идет пополнение Государственного реестра селекционных достижений сортами и гибридами отечественной селекции.

Выращивание растений рапса озимого позволяет реализовывать урожай с целью получения высококачественного растительного масла для различных видов промышленности. Озимая форма рапса по сравнению с яровой характеризуется как более продуктивная. За счет длительного развития мощной корневой системы растения озимых форм становятся выше, крепче, ветвление наблюдается более

активное, особенно на нижних ярусах, как следствие, урожайные качества лучше формируются.

Почвенно-климатические условия Нечерноземной зоны России, в которую входит Рязанская область, являются пригодными для успешного выращивания растений рапса озимого. Однако в научных источниках практически не встречаются в достаточном количестве рекомендации по возделыванию и увеличению продуктивности и качества маслосемян этой культуры в регионе, что и обозначило цель и задачи данной работы.

Глава 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые эксперименты были заложены на опытной станции ФГБОУ ВО РГАТУ учебно-научного инновационного центра «Агротехнопарк» (УНИЦ «Агротехнопарк») в 2020–2023 гг. УНИЦ «Агротехнопарк» расположен в Рязанском районе Рязанской области, в 22 км от города Рязань в сторону юго-запада, землепользование находится в средне- и сильно расчлененной эрозионной равнине. Климатические явления характерны для умеренно-континентальной зоны [65].

2.1. Климатическая характеристика района проведения исследований

УНИЦ «Агротехнопарк» Рязанского района находится в зоне нестабильного увлажнения. Среднее годовое количество осадков от 500 до 560 мм. Две трети осадков выпадает в виде дождя, а одна треть в виде снега (рис. 3).

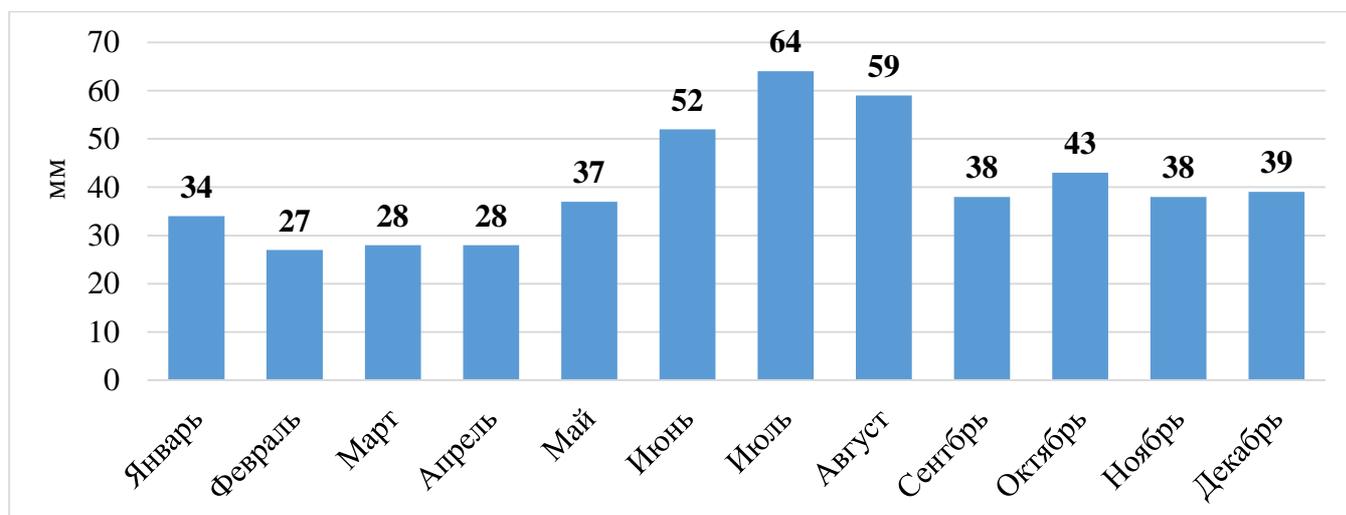


Рисунок 3 – Среднемесячное количество осадков (мм) по данным метеостанции г. Рязани

Снежный покров образуется в последней декаде ноября и может достигать до 35 см, в зимние месяцы прибавки снежного покрова незначительные и накапливаются постепенно, по мере выпадения осадков.

УНИЦ «Агротехнопарк» Рязанского района находится во втором агроклиматическом районе. 66,2% землепользования занимают серые лесные почвы с

разной степенью эродированности. Темно-серые лесные почвы и их эродированные разновидности занимают 33,8 %.

Описание метеорологических условий было составлено по данным Рязанского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды при сравнении со среднемноголетними нормами по температуре воздуха и количеству выпавших осадков (рис. 4, 5, 6, 7, 8).

Климатические условия в области проведения полевых опытов были благоприятными для закладки опытных вариантов, наблюдения и последующей уборки растений озимого рапса в 2020–2023 гг.

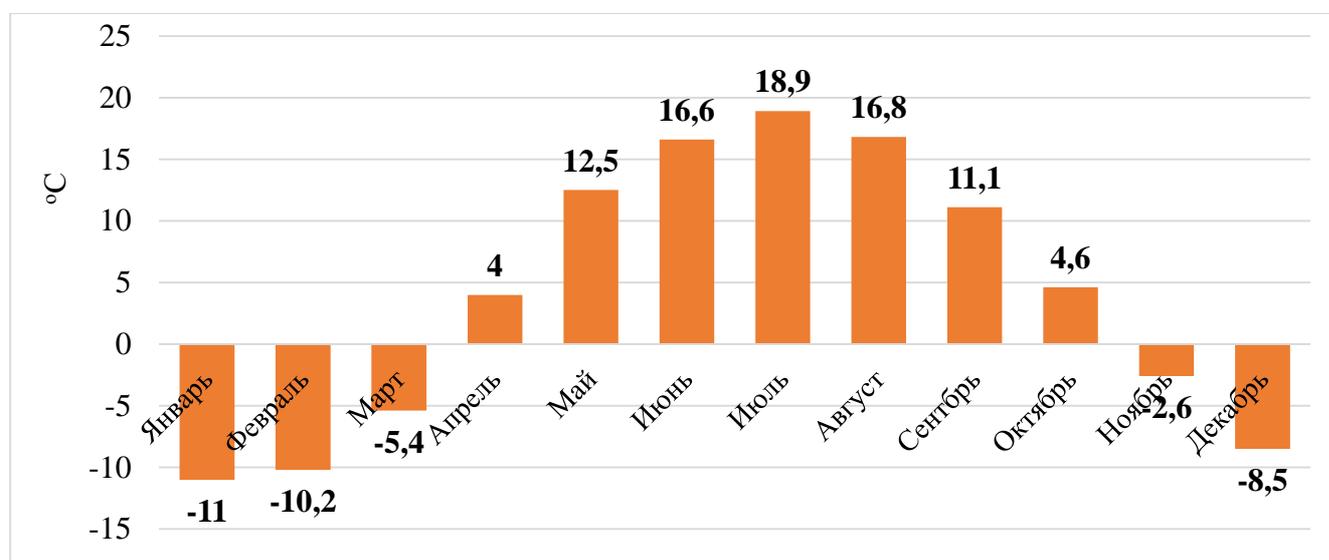


Рисунок 4 – Среднемесячная многолетняя температура (°C) по данным метеостанции г. Рязани

Средняя температура в августе 2020 года составляла +16,9 °C, что на 0,4 °C меньше нормы. В тот же период наблюдений осадки выпали в количестве 47 мм при норме 62 мм, что на 34% меньше нормы. В период посева рапса осадков не наблюдалось, что не совсем благоприятно сказалось на первые недели развития растений озимого рапса.

Осенние месяцы 2020 года отмечались как относительно теплые, средняя температура в сентябре (+14,3 °C), октябре (+9,6 °C) и ноябре (+1 °C) была выше нормы от +1 °C до +2,7 °C соответственно.

В сентябре выпало 39 мм осадков (–15 мм к норме), октябрь характеризовался еще меньшим увлажнением, количество осадков составляло 26 мм, что со-

ставляет 40% от нормы, первые заморозки начались 17 октября. Осадков в ноябре выпало 79% от нормы – 39 мм.

Среднемесячная температура в декабре 2020 года практически соответствовала норме и отмечалась на уровне $-6,1$ °С при норме в $-6,2$ °С. Осадков выпало 46% от нормы в 46 мм и составило 21 мм.

Зима сезона 2020/2021 гг. была холодной с недостаточным снежным покровом. В январе было теплее на $+1,4$ °С, а в феврале холоднее на $-5,3$ °С. Погодные условия в зимний период во многом повлияли на перезимовку растений озимого рапса в сезоне 2020/2021 гг.

Вегетация растений возобновилась в апреле, после полного схода снежного покрова и перехода температур к положительным значениям.

Летние месяцы 2021 года были благоприятными для формирования масличных семян. Осадков в июне выпало на 36% больше нормы, что составило 87 мм при норме в 64 мм.

Уборку произвели в июле 2021 года прямым комбайнированием в фазу технической спелости.

Погода в августе 2021 года отмечалась как благоприятная ($+21,2$ °С), однако наблюдалось недостаточное количество осадков, всего 42% от нормы – 55 мм, что также сказалось на первых фазах развития растений.

Температура в сентябре 2021 года составляла $+11,0$ °С, что на $1,8$ °С меньше нормы, осадков выпало на уровне 60 мм.

В октябре 2021 года температурный режим был практически в норме, отклонение не составило больше $+1$ °С, при этом выпало только 36,6% осадков от нормы, что позволяет охарактеризовать его как месяц с недостаточным увлажнением.

Погодные условия в ноябре и декабре 2021 года колебались, ноябрь был теплее на $+3,1$ °С от нормы, а осадков в виде снега выпало на 8 мм больше нормы. Декабрь, напротив, был холоднее нормы на $-1,4$ °С, осадков же выпало, напротив, на 45% больше нормы.

В январе и феврале 2022 года температура была выше нормы на $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно, осадков в январе выпало 82 мм ($+42\text{ мм}$ к норме), февраль был недостаточно увлажненным, выпало всего 22 мм осадков.

Весной 2022 года температурный режим практически полностью соответствовал нормам, средние температуры в марте, апреле и мае имели незначительные отклонения, осадков выпадало выше нормы.

Лето 2022 года было умеренно теплым, средние температуры были выше нормы, в июне $+18,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ к норме), в июле $+20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, ($+0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), в августе $+22,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($+4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Осадков в июне выпало недостаточно, всего 64 мм (-23 мм к норме), в июле продуктивной влаги было достаточно, осадков выпало всего на 2 мм ниже нормы – 38 мм, август также был недостаточно увлажнен – 14 мм, что составляло всего 26% от нормы.

Температура осенью 2022 года была стабильной и практически соответствовала среднегодовой норме, сентябрь был на $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже нормы, средняя температура составила $+10,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, осадков при этом выпало 102 мм ($+51\text{ мм}$ к норме).

В октябре выпало большое количество осадков, 143% от нормы – 87 мм, температура в среднем была на уровне $+7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ноябрь 2022 года отличался устойчивой температурой, всего на $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше нормы, осадки составили 47 мм.

Декабрь 2022 года был теплее на $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$; температура в среднем составляла $+4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, осадков при этом в виде снега и мокрого снега выпало на уровне 108 мм, 127% от нормы.

В январе, первом зимнем месяце 2023 года, температура была на $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ теплее нормы ($-6,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), осадки составили 16 мм.

Февраль 2023 года, напротив, был теплее нормы уже на $+2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура составляла $-4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, количество выпавших осадков – 40 мм.

Март 2023 года был теплее нормы на $+1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура составила $+1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, осадков выпало 65 мм.

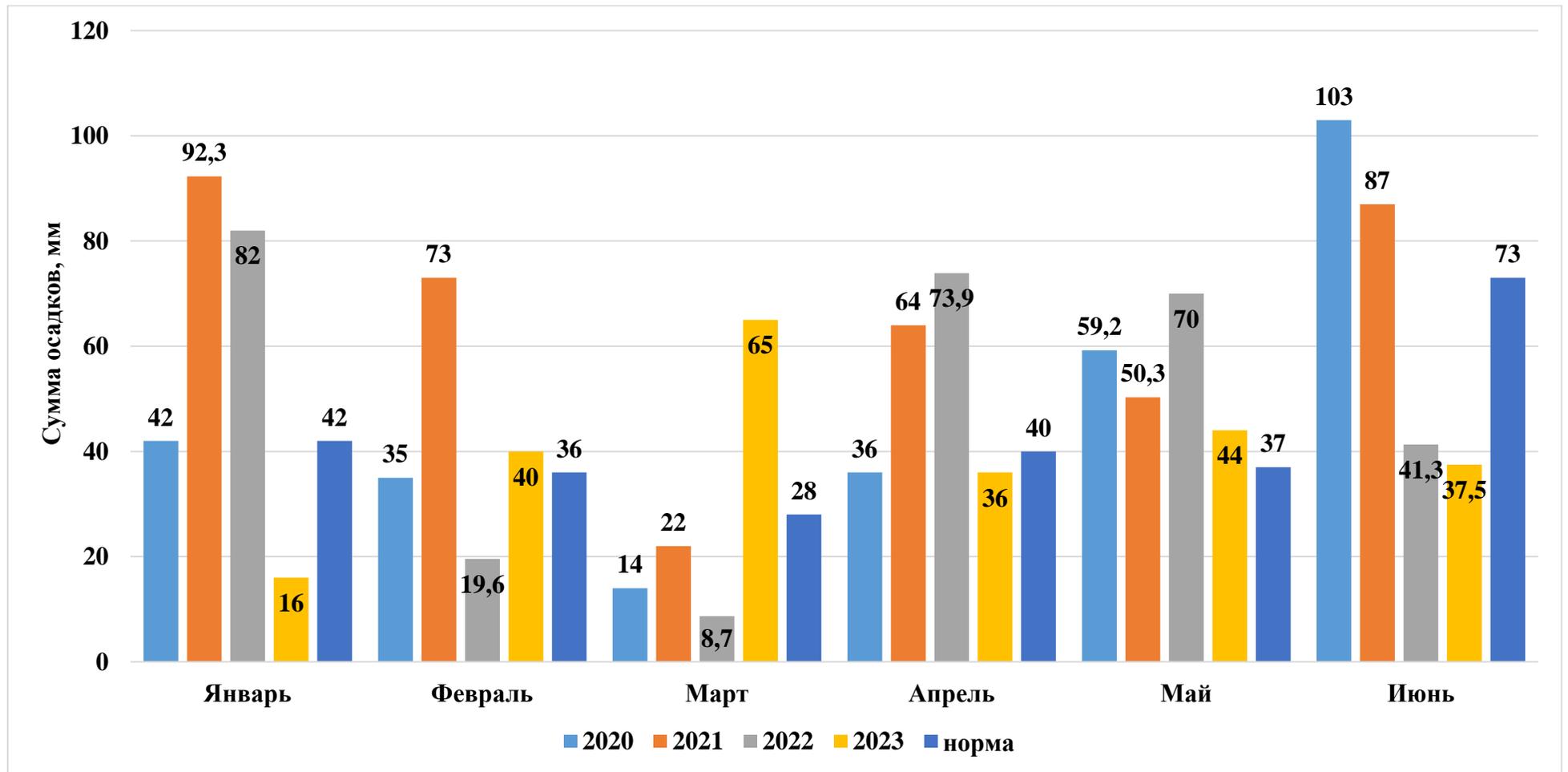


Рисунок 5 – Годовая сумма осадков (мм), январь – июнь по данным метеостанции г. Рязань (2020–2023)

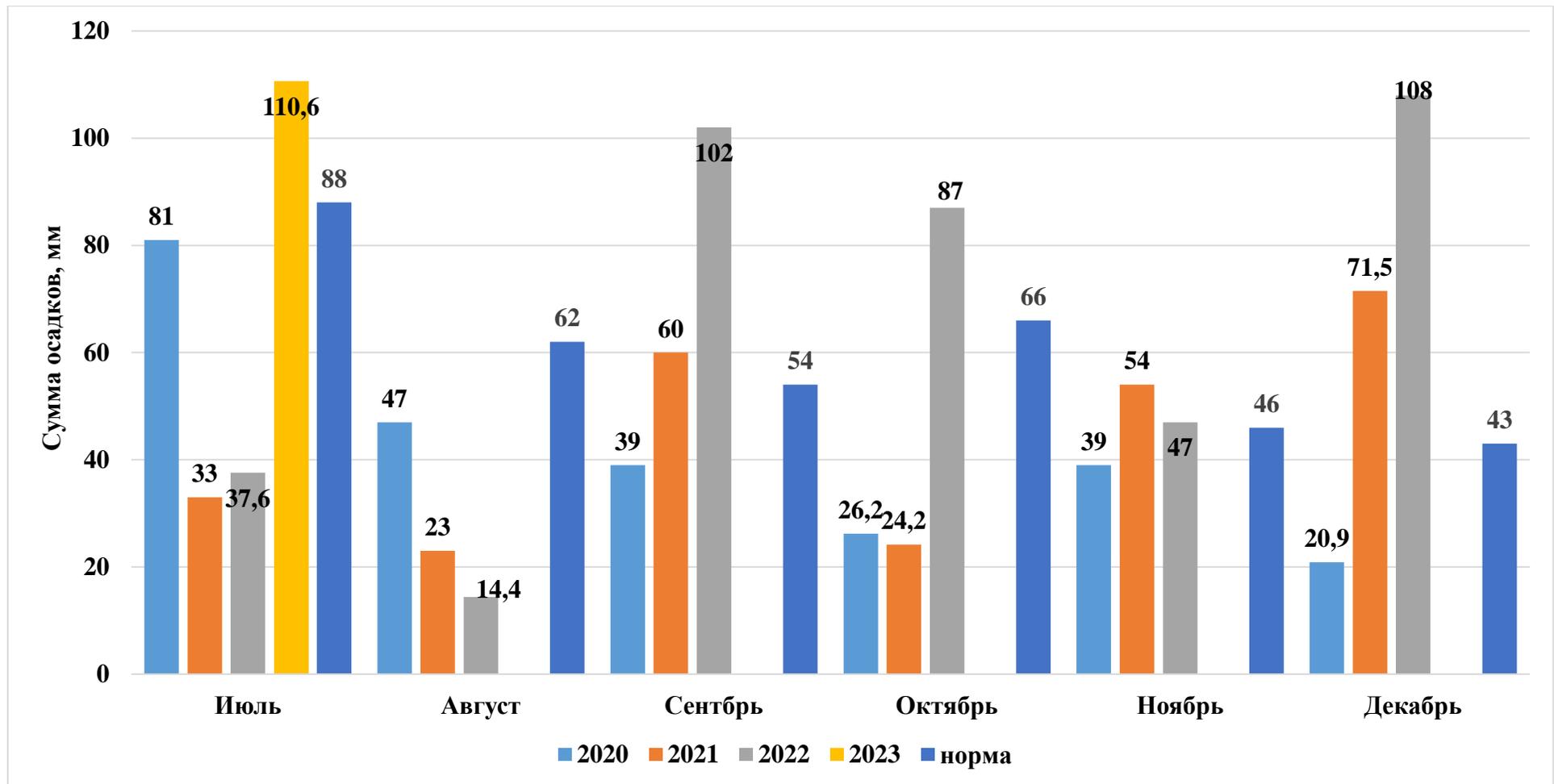


Рисунок 6 – Годовая сумма осадков (мм), июль – декабрь по данным метеостанции г. Рязань (2020–2023)

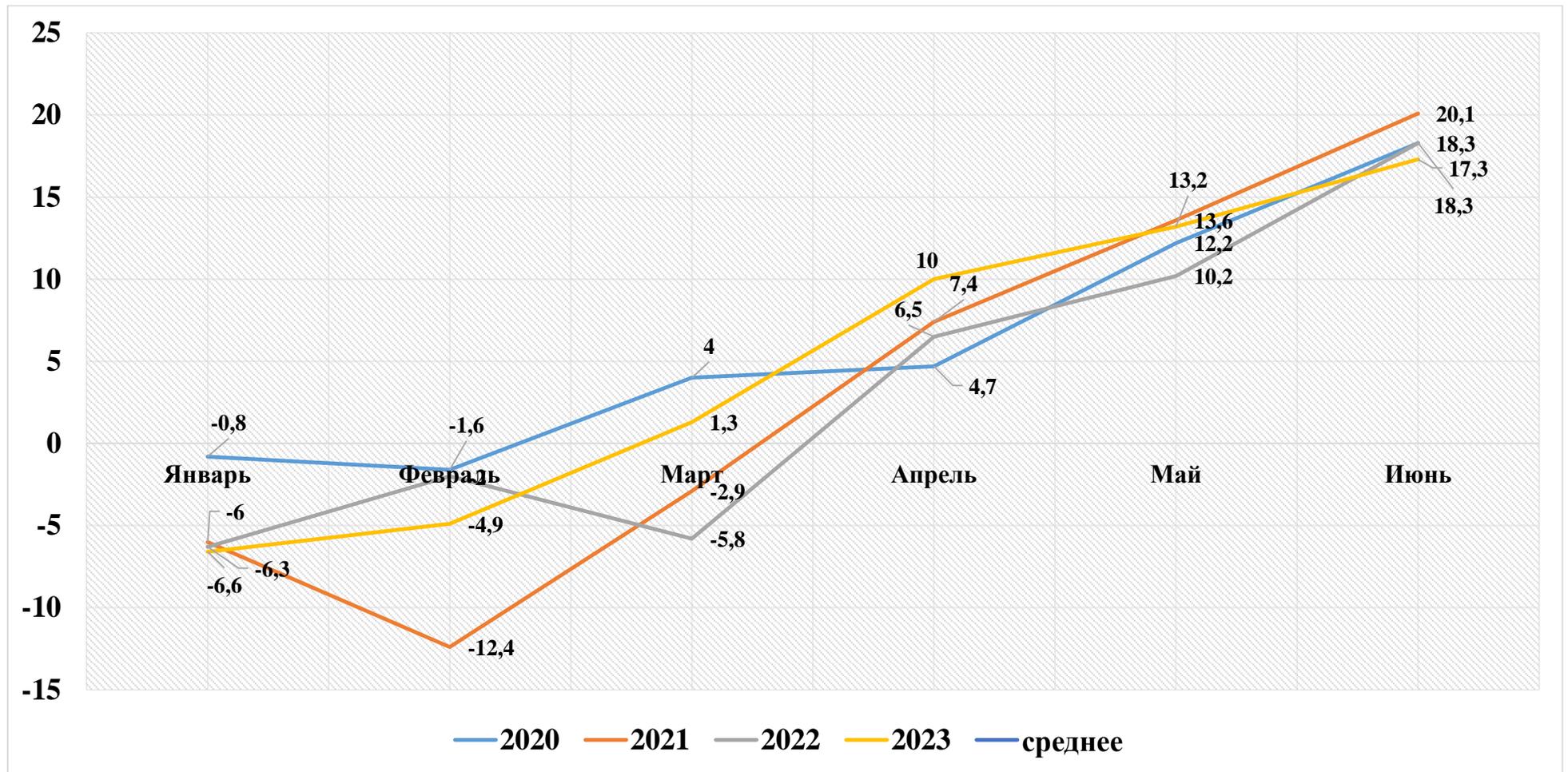


Рисунок 7 – Температура воздуха (°C), январь – июнь по данным метеостанции г. Рязань (2020–2023)

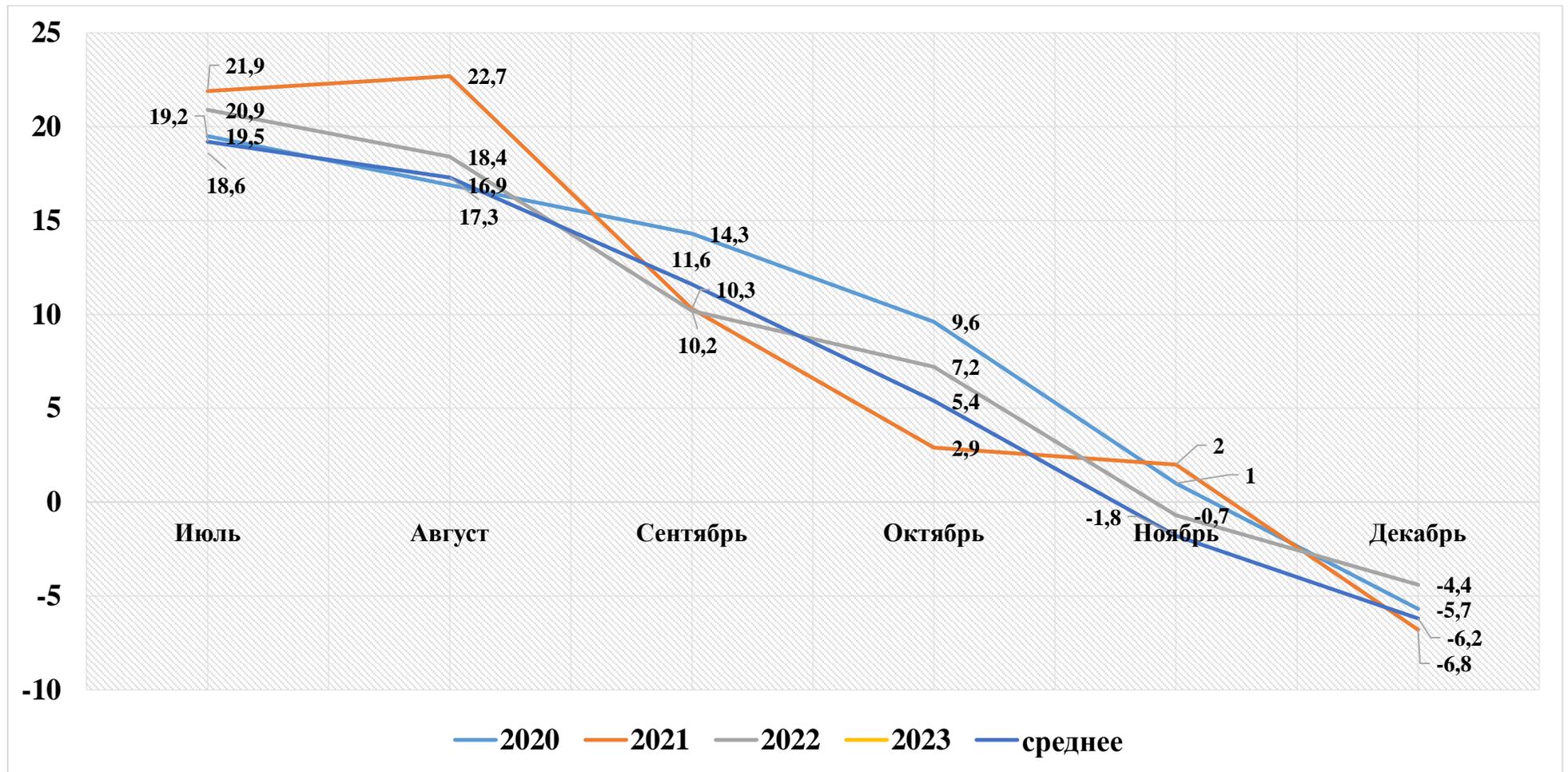


Рисунок 8 – Температура воздуха (°C), июль – декабрь по данным метеостанции г. Рязань (2020–2023)

В апреле 2023 года растения рапса возобновили весеннюю вегетацию, отклонение от среднемноголетней температуры составило $+3,2$ °С, фактическая температура зафиксирована в $+10$ °С. Осадков выпало чуть ниже нормы, на уровне 36 мм.

В мае 2023 года осадки составили 44 мм, температура воздуха в среднем $+13,2$ °С.

Несмотря на то, что осадков в 1 и 2 декаду июля 2023 было немного, общий ГТК месяца отмечен на уровне 0,7. Средняя температура месяца превышала норму на $+0,1$ °С, осадков выпало чуть более 50% от нормы.

Уборку растений озимого рапса провели в фазу технической спелости в III декаде июля 2023 года.

Уровень влагообеспеченности территорий – важный показатель количества доступной почвенной влаги растениям, которая поступает в почву с выпавшими осадками (рис. 9).

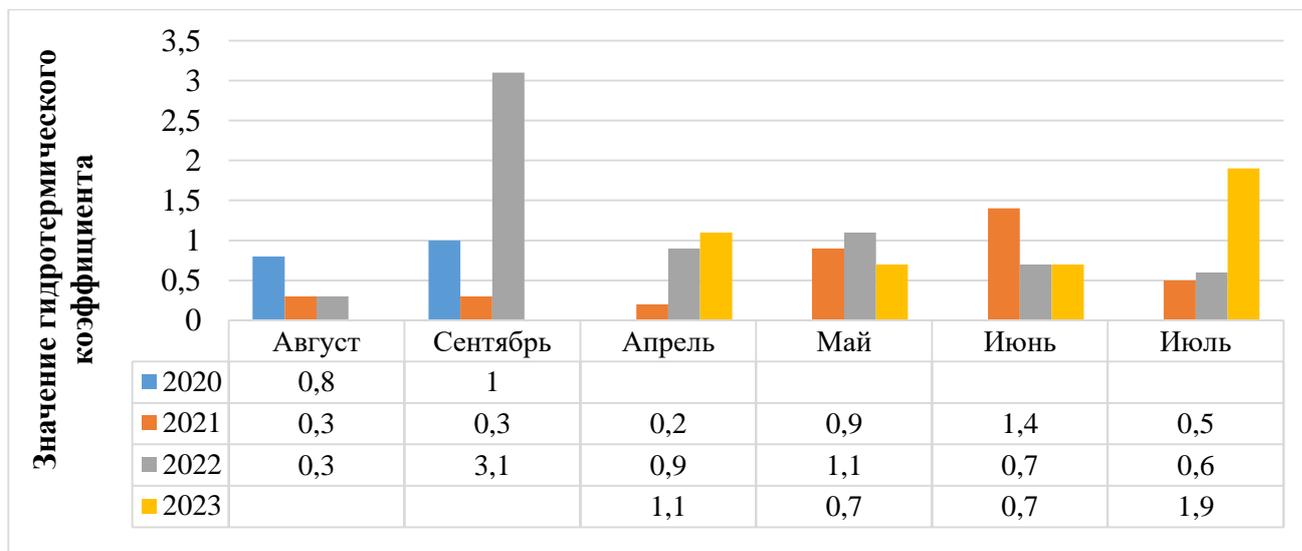


Рисунок 9 – Гидротермический коэффициент за годы исследований

2020/2021 год был недостаточно увлажненным, но близким к оптимальному уровню увлажнения, преобладали повышенные температуры воздуха, был теплым (ГТК – 0,8); 2021/2022 год – был теплым с несколько повышенными температурами воздуха, при этом отмечается недостаточное увлажнение (ГТК – 0,65);

2022/2023 год – (ГТК – 1,3) можно охарактеризовать как слабозасушливый – влажный.

2.2. Характеристика почвы опытного участка

На опытных участках преобладали серые лесные почвы и их разновидности, которые занимают более 50% сельскохозяйственных угодий, а именно 66,2% [13].



Рисунок 10 – Почвенный профиль опытного участка в разрезе

Агрохимические показатели почв опытного участка за период 2020–2023 гг. исследований приведены в таблице 1. Глубина взятия образцов 0–30 см (рис. 10).

Таблица 1 – Агрохимические свойства почвы опытного участка

Глубина, см	Гумус, %	рН солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	N	P		K ₂ O	
						мг на 100 г почвы			
0–10	3,30	5,81	4,87	18,1	56,8	14,6	15,6		
10–20	3,21	5,73	4,40	17,8	55,2	11,2	14,3		
20–30	3,12	5,55	4,38	16,5	53,9	10,5	14,1		

Серые лесные тяжелосуглинистые почвы имеют слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора – рН колеблется от 5,55 до 5,81.

Обеспеченность элементами питания по азоту, фосфору и калию находится в пределах нормы. В целом сельскохозяйственные культуры, в том числе озимый рапс, возделываемые на опытной агротехнологической станции, хорошо адаптированы к почвенно-климатическим условиям и дают стабильно высокие урожаи.

2.3. Схема и агротехнические условия проведения исследований

Полевые эксперименты были заложены на опытных участках согласно схемам (табл. 2 и 3).

Опыт 1. Урожайность озимого рапса в зависимости от сорта и гибридов и применения микробиологических удобрений и стимулятора роста.

В опыте 1 фактор А – сорт и гибрид рапса озимого, фактор В – обработка семян перед посевом препаратом ОраСтарт, фактор С – обработка растений по вегетации микробиологическими удобрениями: Азотовит, Фосфатовит, Рауактив.

Таблица 2 – Схема проведения опыта 1

Сорт или гибрид (фактор А)	Обработка семян (фактор В)	Вариант обработки (фактор С)
Северянин	Контроль, без обработки	Контроль (без обработки)
		Азотовит 1,0 л/га
		Фосфатовит 1,0 л/га
		Азотовит + Фосфатовит 1,0 л/га
		Рауактив 1,0 л/га
	ОраСтарт 1,0 л/т	Без обработки
		Азотовит 1,0 л/га
		Фосфатовит 1,0 л/га
		Азотовит + Фосфатовит
		Рауактив 1,0 л/га
Мерседес	Без обработки	Без обработки
		Азотовит 1,0 л/га
		Фосфатовит 1,0 л/га
		Азотовит + Фосфатовит
		Рауактив 1,0 л/га
	ОраСтарт 1,0 л/т	Без обработки
		Азотовит 1,0 л/га
		Фосфатовит 1,0 л/га
		Азотовит + Фосфатовит
		Рауактив 1,0 л/га

Обработку семян озимого рапса регулятором роста ОраСтарт проводили перед посевом по рекомендациям производителя агрохимикатов. Контрольные варианты обрабатывали дистиллированной водой. Обработку растений препаратами Азотовит, Фосфатовит, Рауактив проводили согласно схеме осенью в фазу 4–6 настоящих листьев и весной при возобновлении весенней вегетации.

Таблица 3 – Схема проведения опыта 2

Сорт или гибрид (фактор А)	Вариант обработки Карамба (фактор В)	Вариант применения органоминеральных удобрений (фактор С)
Северянин	Контроль	-
		Ревитаплант Крестоцветные, 1,0 л/га
	Карамба 1,0 л/га	-
		Ревитаплант Крестоцветные, 1,0 л/га
Рохан	-	-
		Ревитаплант Крестоцветные 1,0 л/га
	Карамба 1,0 л/га	-
		Ревитаплант Крестоцветные 1,0 л/га
Ксенон	-	-
		Ревитаплант Крестоцветные 1,0 л/га
	Карамба 1,0 л/га	-
		Ревитаплант Крестоцветные 1,0 л/га

Общая площадь делянки 60 м², площадь учетной делянки 50 м², повторность 4-кратная, способ размещения – систематический.

Опыт 2. Урожайность озимого рапса под действием органоминерального удобрения и росторегулирующего фунгицида.

В опыте 2 фактор А – сорт и гибриды рапса озимого, фактор В – обработка растений по вегетации фунгицидом Карамба, фактор С – обработка растений по вегетации органоминеральным препаратом Ревитаплант Крестоцветные. Фунгицидом Карамба с росторегулирующим действием проводили однократную обработку осенью перед уходом в зиму, препаратом Ревитаплант Крестоцветные обработку проводили двукратно, осенью в фазу 4–6 настоящих листьев, весной в фазу розетки листьев при возобновлении вегетации после зимнего покоя.

Препараты по вариантам вносили механизированно, с помощью навесного опрыскивателя и самостоятельно, с помощью ручного, ранцевого опрыскивателя.

Общая площадь делянки 120 м², площадь учетной делянки 100 м², повторность 4-кратная, способ размещения – систематический.

Предложим краткую характеристику используемых агрохимикатов.

Азотовит – удобрение на основе живых бактерий (*Azotobacter chroococcum*), концентрация не менее $5 \cdot 10^9$ КОЕ/см³, препаративная форма – жидкость [63]. Фосфатовит – жидкое микробиологическое удобрение. Действующее вещество – споры и бактерии *Bacillus mucilaginosus*, концентрация не менее $0,12 \cdot 10^9$ КОЕ/см³ [63].

Рауактив – это комплексное микроудобрение в хелатной форме. В состав препарата входят аминокислоты, экстракт морских водорослей, хвойного экстракта и хелатные комплексы микроэлементов (Mg, Zn, Cu, Co, Mn, Fe). Содержит широкий спектр легкоусвояемых растениями микроэлементов (Mo, B) [63].

ОраСтарт – комплексное жидкое микроудобрение, в составе которого содержатся макро- и мезоэлементы, микроэлементы в хелатной форме (Mg, Zn, Co) и органические кислоты [63].

Ревитаплант Крестоцветные – комплексное жидкое микроудобрение в хелатной форме, предназначено для листовых подкормок. Широкий состав необходимых микроэлементов для крестоцветных культур представлен 11 аминокислотами (Mg, Zn, Cu, Co, Mn, Si, MgO, K₂O, B, N, SO₃) в концентрации 80 г/л препарата. Повышает устойчивость к болезням, способствует стимуляции роста и развития [63]. Карамба – системный росторегулирующий фунгицид, замедляющий рост озимого рапса в осенний период и защищающий от развития альтернариоза и фомоза. Действующее вещество – метконазол в дозе 60 г/л, может действовать превентивно [63].

Агротехнические мероприятия по возделыванию озимого рапса выстраивались в соответствии с существующими зональными рекомендациями для Нечерноземной зоны России.

Предшественник в годы исследований – озимая пшеница.

Лущение стерни на глубину 12–14 см МТЗ 1221 + ЛДГ-10, перед посевом проводили культивацию МТЗ 1221 + КПЭ 3,8 на глубину 3–5 см.



Рисунок 11 – Посев опытного озимого рапса

В двух опытах посев осуществляли сплошным рядовым способом на глубину 2–3 см, с нормой высева 1 млн всхожих семян/га во II декаде августа селекционной сеялкой ССНТ-16 + МТЗ-82.1. Семена озимого рапса были протравлены Круйзер рапс, КС. Семена рапса качественно характеризовались согласно ГОСТ Р 52325-2005 [5]. После посева проводили прикатывание ККШ-6 + МТЗ-82.1.



Рисунок 12 – Проведение защитных мероприятий и анализ посевов

Система защиты включала в себя применение до всходов культуры обработку гербицидом Бутизан стар КС, 2 л/га. В течение вегетации рапса проводили три инсектицидных обработки препаратом Фастак, КЭ 0,15 л/га и одну обработку гербицидом Лерашанс ВР 0,35 л/га в фазу 3–6 настоящих листьев.



Рисунок 13 – Осмотр опытных участков и уборка озимого рапса

Обработку проводили механизированно опрыскивателем ОП-3000 + МТЗ 82.1. Также обработка исследуемых вариантов проводилась с помощью ручного ранцевого опрыскивателя согласно схеме исследований.

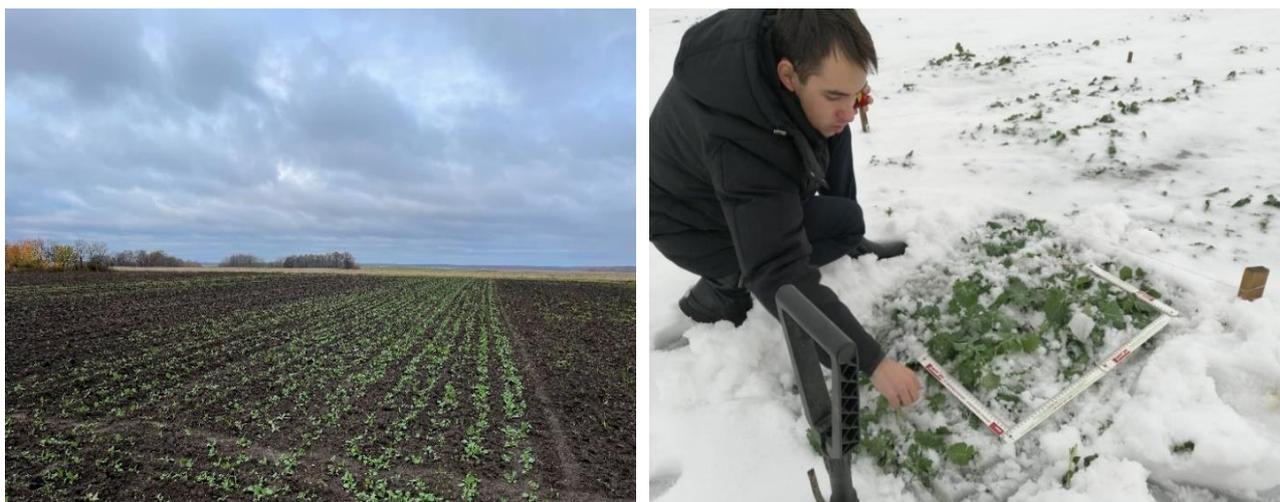


Рисунок 14 – Опытный озимый рапс перед уходом в зимний период

Под предпосевную культивацию вносили минеральные удобрения [22] в дозе $N_{100}P_{60}K_{60}$, а в весенний период осуществили подкормку аммиачной селитрой в дозе N_{40} . Дозы удобрений являлись расчетными, на планируемую урожайность в 2,5 т/га. Уборку производили селекционным комбайном SR-2010 (Terrion) прямым комбайнированием в фазе технической спелости.

2.4. Краткая характеристика исследуемых сорта и гибридов

Северянин – отечественный сорт озимого рапса, допущен к выращиванию в Центральном (3), Волго-Вятском (4), Центрально-Черноземном (5) и Северо-Кавказском (6) регионах. Оригинатор – ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Средняя урожайность 3,5–4,0 т/га. Зимостойкость 3 балла. Устойчивость к осыпанию 4 балла. Vegetационный период 318–328 дней [44, 104].

Мерседес – гибрид 00 типа, допущен к выращиванию по Северо-Кавказскому (6) региону и включен в Госреестр в 2016 году, оригинатором гибрида является Nord Deutsch erflan zenzuchthans-georg lembkekg. Время цветения среднее. Растение среднее – длинное. Средняя урожайность в Северо-Кавказском регионе 1,7 т/га. Vegetационный период – 268 дней. Среднее содержание жира в семенах 48,4%, сбор масла 1,2 т/га [19, 192].

Рохан – гибрид 00 типа, включен в Госреестр по Северо-Западному (2) и Северо-Кавказскому (6) регионам. Средняя наибольшая урожайность – 3,8 т/га. Зимостойкость 3,4 балла. Устойчивость к полеганию 4,7–5,0 балла, к осыпанию – 3,7–4,1 балла. Масса 1000 семян 4,7–5,4 г. Содержание жира 46,1–47,0%. Рекомендован для возделывания на семена. Оригинатор – Nord deutsch erflan zenzuchthans-georg lembkekg [192].

Ксенон – гибрид 00 типа, включен в Госреестр по Северо-Западному (2) и Северо-Кавказскому (6) регионам. Средняя урожайность семян 2,5 т/га, выше стандарта на 0,4 т/га. Высота растений 131 см. Vegetационный период 270 дней. Зимостойкость 4,7 балла. Содержание жира 45,4%. Оригинатор – Nord deutsch erflan zenzuchthans-georg lembkekg [192].

2.5. Методика наблюдений и исследований

Закладка полевых опытов, проведение наблюдений и учетов проводились по общепринятым научным методикам [116, 119] (Г. И. Баздырев, 2004 [18], Н. А. Горелов, 2015 [61], Б. А. Доспехов, 1973 [69], Б. Д. Кирюшин, 2009 [83], В. М. Лу-

комец, 2007 [108], М. С. Мокий, 2015 [111], А. А. Ничипорович, 1966 [114], Г. В. Кулик, 1987 [93] и общепринятым ГОСТам [1, 2, 3, 4, 5].

Химические препараты использовались на основании требований и рекомендаций из официального справочника «Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в Российской Федерации» [63].

Агрохимические анализы почвы проведены в ФГБОУ «Станция агрохимической службы «Рязанская». Были исследованы образцы почвы, отобранные согласно методикам на содержание подвижных соединений фосфора, калия, общего азота, рН по методу Кирсанова, органического вещества по методу Тюрина [1, 2, 3, 134, 165].

Фенологические наблюдения проводились согласно наступлению и окончанию фаз развития растений рапса озимого, фотосинтетические параметры измеряли согласно методке А. А. Ничипоровича [114].

Густоту стояния растений определяли дважды – при полных всходах и перед уборкой. Выживаемость растений определяли после начала возобновления весенней вегетации культуры, сохранность растений рапса озимого – перед уборкой [114].

Зимостойкость растений определяли по математической разнице, выраженной в процентах, при подсчете густоты стояния растений перед уходом на зимовку и после начала весенней вегетации.

Качество растительного масла, полученного с урожаем маслосемян по вариантам исследований, определяли в ООО «Кубаньмасло-ЕМЗ», Веневский район, Тульская область (ГОСТ 30418-96) [4, 109].

Биоэнергетическую оценку эффективности возделывания масличных капустных культур проводили согласно методикам расчета [73, 103, 162, 174].

Корреляционный и регрессионный анализ проводили с использованием программы MS Excel и Statistica 10. Экономическую эффективность рассчитывали согласно общераспространенной методике в сельском хозяйстве по результатам научно-исследовательской деятельности [107].

Глава 3. УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРА РОСТА

3.1. Продолжительность вегетационного периода, фотосинтетический потенциал, сохранность и перезимовка озимого рапса

В проведенных трехлетних исследованиях отмечалось различное прохождение растениями озимого рапса основных этапов развития в зависимости от нескольких факторов. В опыте по итогам первой половины развития озимой культуры вегетация прекращалась в осенне-зимний период, проходя первые 60–67 дней, позже вегетация возобновлялась в весеннее время. Озимый рапс, посеянный в августе, в осеннее время успевал пройти фазу посев – розетка, растения формировали необходимую листовую поверхность и главный корень перед уходом в зиму.

В опыте отмечали наступление полной фазы у растений по вариантам, когда фиксировалось не менее 75% растений рапса, данные мониторинга представлены в таблице 4.

Полные всходы на вариантах сорта Северянин отмечались на 12–13-й день, на вариантах с гибридом Мерседес – на 11-й день. Фаза 2–4 настоящих листьев выявлена на 18-й день.

Обработка препаратами Азотовит, Фосфатовит, баковой смесью Азотовит + Фосфатовит, а также Рауактив удлиняли время наступления фаз развития растений озимого рапса в среднем на 3–9 дней за счет более полного формирования листовой поверхности, количества стручков на растении и интенсивного развития корневой системы. Отметим, что обработка семян препаратом ОраСтарт перед посевом достоверно не влияла на межфазные периоды развития растений. Использование в технологии выращивания рапса озимого исследуемых микробиологических препаратов сказывалось на продолжительности различных межфазных периодов культуры. В среднем растения сорта Северянин по всем вариантам опы-

та достигли фазы формирования розетки за 24 дня, а гибрида Мерседес – за 22 дня.

Внесение препаратов преимущественно удлиняло прохождение таких межфазных периодов, как розетка – стебление, бутонизация – цветение, когда растения более активно росли и развивались, наращивали биомассу. На вариантах с гибридом Мерседес весенний период от розетки до фазы стебления на делянках с комплексным применением препаратов ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит растения прошли в среднем за 11 дней, тогда как на контроле этот межфазный период был на 2–3 раньше (9–10 дней). Данная закономерность наблюдалась по вариантам с сортом Северянин.

В межфазный период цветение – образование зеленого стручка начиналось активное формирование стручков с будущими семенами. В этот период активизировались различные вредители, в том числе рапсовый цветоед. Растения рапса цвели на протяжении 7–14 дней. В опыте они проходили эту фазу в среднем за 7–10 суток.

Фенопериод зеленый стручок – созревание является наиболее продолжительным по времени и составляет до полутора месяцев. За годы исследований в среднем растения на контрольном варианте прошли эту фазу за 41 день, на вариантах с обработкой агрохимикатами Азотовит + Фосфатовит и ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит время прохождения составило 42 и 44 дня (сорт Северянин), 42 и 43 дня (F1 Мерседес) соответственно (рис. 15,16).

Обработка микробиологическими препаратами растений рапса вела к увеличению продолжительности прохождения межфазных периодов. Растения сорта Северянин по делянкам ОраСтарт + Азотовит и ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит в среднем развивались за 134–135 дней (+ 9–10 дней к контролю).

У растений рапса гибрида Мерседес наибольший период вегетации наблюдался на вариантах Азотовит – 132,3 дня (+8 дней к контролю), ОраСтарт + Азотовит – 133,7 дня (+ 9–10 дней), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 130,7 дня (+ 6 –7 дней).

Фотосинтетическая деятельность растений является определяющим процессом в накоплении сахаров и других питательных веществ, которые участвуют в формировании надземной зеленой массы и семян.

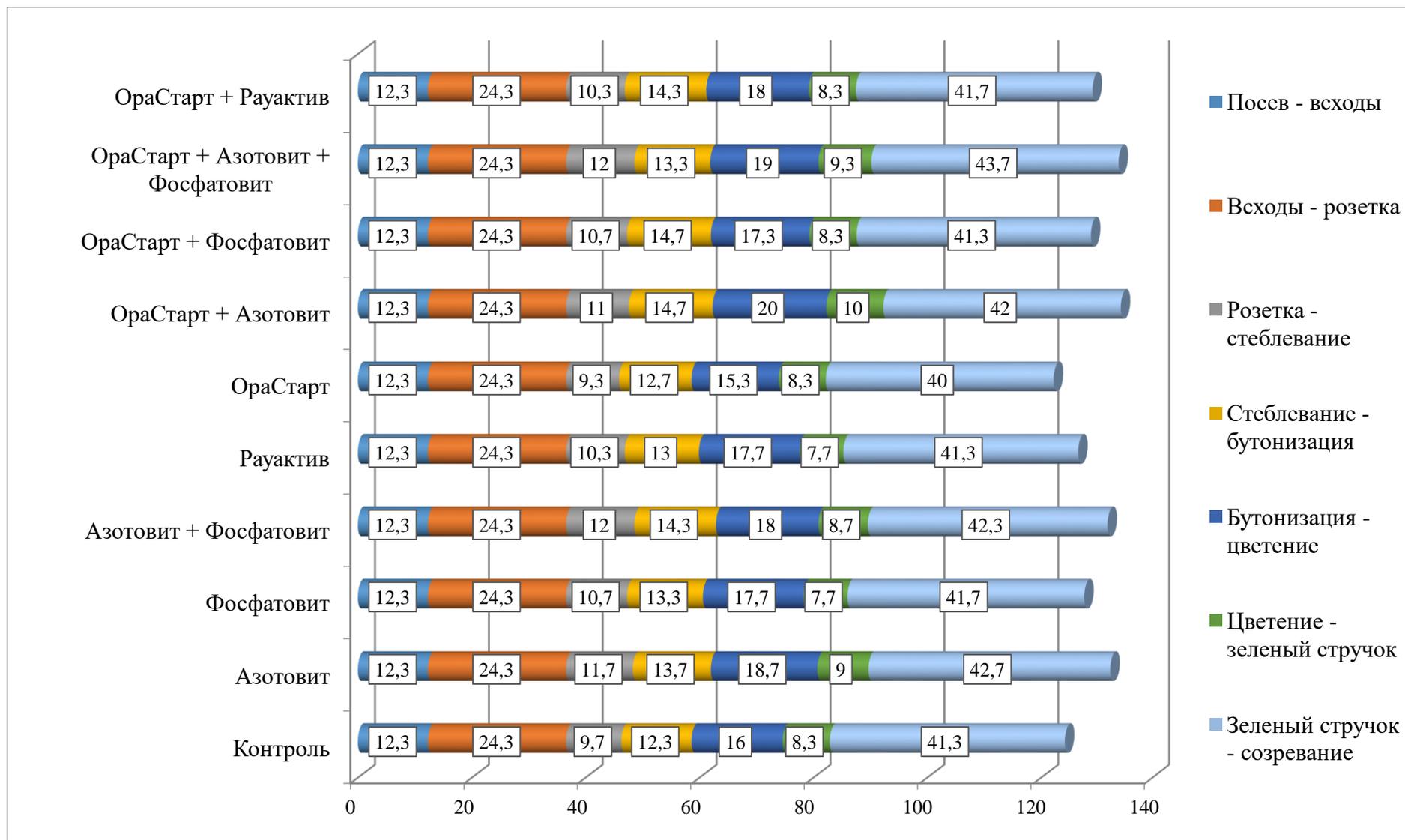


Рисунок 15 – Прохождение фенологических фаз растений сорта Северянин в зависимости от обработки агрохимикатами

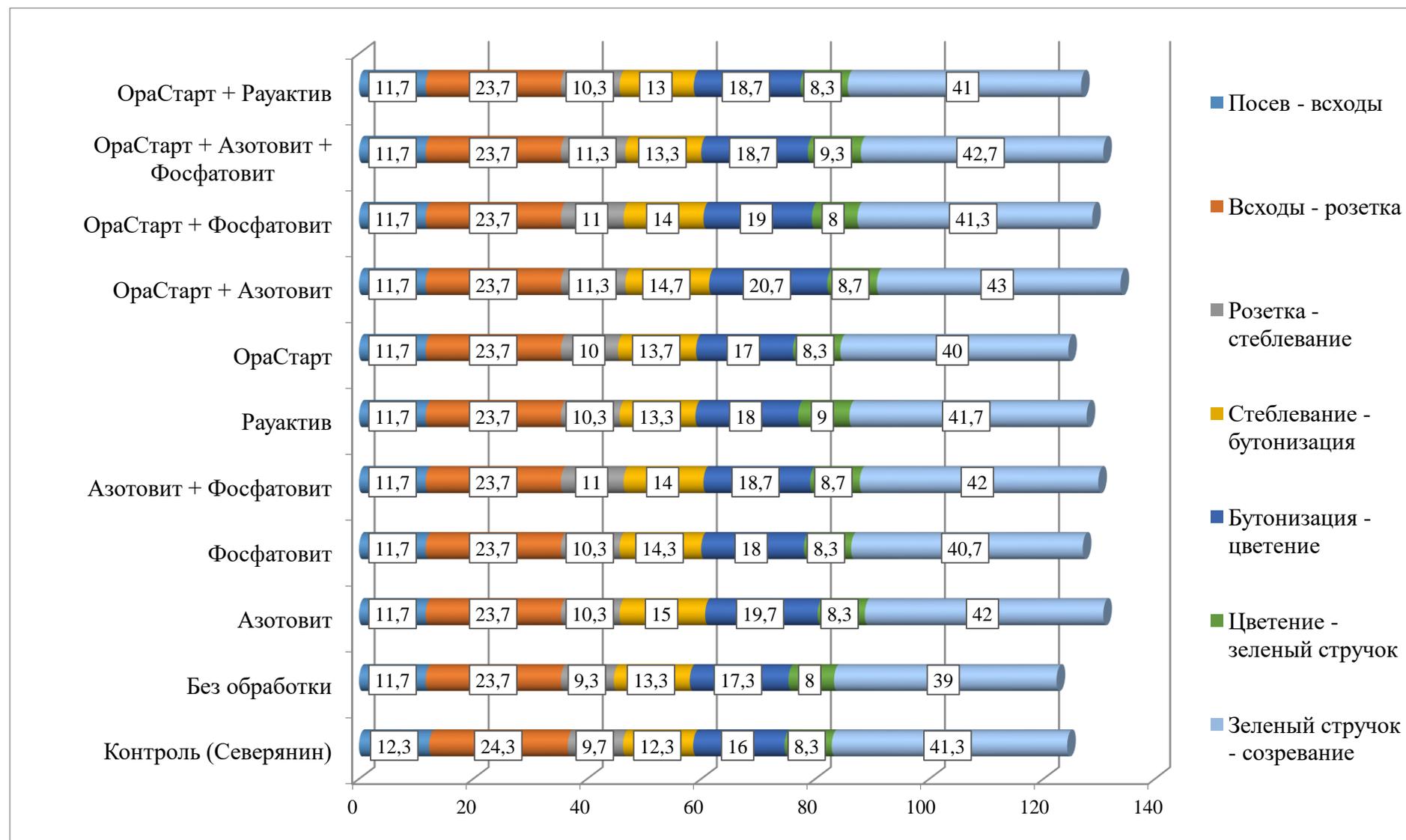


Рисунок 16 – Прохождение фенологических фаз растений F1 Мерседес в зависимости от обработки агрохимикатами

Таблица 4 – Продолжительность межфазных периодов рапса озимого, средняя в 2020–2023 гг.

Сорт / гибриды	Обработка семян	По вегетации растений	Всходы – розетка	Розетка (весной) – стеблевание	Стеблевание – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – формирование зеленого стручка	Формирование зеленого стручка – созревание	Продолжительность вегетационного периода без учета периода зимнего покоя, сутки
Северянн	Контроль (без обработки)		24,3	9,7	12,3	16,0	8,3	41,3	124,3
	Без обработки	Азотовит	24,3	11,7	13,7	18,7	9,0	42,7	132,3
		Фосфатовит	24,3	10,7	13,3	17,7	7,7	41,7	127,7
		Азотовит + Фосфатовит	24,3	12,0	14,3	18,0	8,7	42,3	132,0
		Рауактив	24,3	10,3	13,0	17,7	7,7	41,3	126,7
	Ора старт	-	24,3	9,3	12,7	15,3	8,3	40,0	122,3
		Азотовит	24,3	11,0	14,7	20,0	10,0	42,0	134,3
		Фосфатовит	24,3	10,7	14,7	17,3	8,3	41,3	129,0
		Азотовит + Фосфатовит	24,3	12,0	13,3	19,0	9,3	43,7	134,0
		Рауактив	24,3	10,3	14,3	18,0	8,3	41,7	129,3
Мерседес F1	Без обработки	-	23,7	9,3	13,3	17,3	8,0	39,0	122,3
		Азотовит	23,7	10,3	15,0	19,7	8,3	42,0	130,7
		Фосфатовит	23,7	10,3	14,3	18,0	8,3	40,7	127,0
		Азотовит + Фосфатовит	23,7	11,0	14,0	18,7	8,7	42,0	129,7
		Рауактив	23,7	10,3	13,3	18,0	9,0	41,7	127,7
	ОраСтарт	-	23,7	10,0	13,7	17,0	8,3	40,0	124,3
		Азотовит	23,7	11,3	14,7	20,7	8,7	43,0	133,7
		Фосфатовит	23,7	11,0	14,0	19,0	8,0	41,3	128,7
		Азотовит + Фосфатовит	23,7	11,3	13,3	18,7	9,3	42,7	130,7
		Рауактив	23,7	10,3	13,0	18,7	8,3	41,0	126,7

Если растения выращиваются на зеленый корм, то формирование надземной части (зеленой массы) во многом определяет ценность культуры. При увеличении фотосинтетической деятельности растений повышается урожайность культуры.

Развитие мощного листового аппарата в разные периоды вегетации позволило растениям рапса озимого накапливать необходимое количество микро- и макроэлементов и успешно проходить фазы онтогенеза.

В фазу розетки на первых этапах онтогенеза листовая пластина растений рапса озимого формировалась менее активно; происходил активный рост корневой системы в глубину почвы и создавался запас необходимых сахаров и питательных элементов для перезимовки. В весенний же период после возобновления вегетации происходил интенсивный рост листовой поверхности и стебление растений. При этом наибольшими биологические показатели площади листьев были в фазу цветения, когда происходило формирование зеленого стручка и семян в последующем периоде.

Максимальная площадь листьев растений рапса озимого в период цветения выявлена у растений сорта Северянин на варианте с применением ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит, показатель составил 37,9 тыс. м²/га, на гибриде Мерседес максимальный показатель отмечен на варианте ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит (41,3 тыс. м²/га). На контрольном варианте значение составило 33,3 тыс. м²/га (табл. 5).

Исследуемые в опыте микробиологические удобрения оказали влияние на фотосинтетические показатели культуры преимущественно за счет увеличения площади листовой поверхности у рапса. Также зафиксировано повышение ассимиляционной поверхности с потенциалом фотосинтетической деятельности (прил. 3).

Применение комплексного действия ОраСтарт в комбинации с микробиоудобрениями Азотовит + Фосфатовит объективно являлось наиболее высоким эффектом в увеличении фотосинтетического потенциала (ФП) и чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). В среднем по делянкам озимого рапса ФП составлял от 2,37 до 3,81 млн м² × сут./га. Наибольший показатель зафиксирован в варианте гибрида

Мерседес с применением ОраСтарт + Азотовит + Фосфатофит (3,81 млн м² × сут./га), а наименьший – на варианте без обработки агрохимикатами (2,37 млн м² × сут./га).

При использовании микробиологических удобрений, как по отдельности в технологии, так и совместно с микроудобрением ОраСтарт, для предпосевной обработки фиксировалось увеличение фотосинтетического потенциала (на 0,58 и 0,88 млн м² × сут./га), в зависимости сорта и гибрида по сравнению с контролем.

Таблица 5 – Фотосинтетические показатели озимого рапса, среднее в 2021–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка семян	Вариант обработки по вегетации растений	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² × сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	
Северянин	Контроль (без обработки)		33,3	2,37	3,86	
		Без обработки	Азотовит	35,1	2,93	4,91
			Фосфатовит	35,4	2,84	4,44
			Азотовит + Фосфатовит	37,0	3,52	5,03
			Рауактив	35,5	3,34	4,93
	ОраСтарт	-	34,6	2,95	4,49	
		Азотовит	35,4	3,34	4,93	
		Фосфатовит	35,8	3,42	4,72	
		Азотовит + Фосфатовит	37,9	3,67	5,08	
		Рауактив	36,4	3,54	4,77	
	Мерседес F1	Без обработки	-	37,9	3,34	4,81
			Азотовит	40,2	3,46	5,05
Фосфатовит			40,2	2,99	4,04	
Азотовит + Фосфатовит			41,3	3,71	5,12	
Рауактив			39,5	3,61	4,88	
ОраСтарт		-	39,1	3,25	4,77	
		Азотовит	41,0	3,37	4,99	
		Фосфатовит	40,5	3,38	4,30	
		Азотовит + Фосфатовит	43,2	3,81	4,97	
		Рауактив	41,3	3,57	4,53	

С использованием агрохимикатов Азотовит – 2,93 млн м² × сут./га (+0,56 млн м² × сут./га к контролю), Фосфатовит – 2,84 млн м² × сут./га (+0,47 млн м² × сут./га к контролю), Рауактив - 3,34 млн м² × сут./га (+0,97 млн м² × сут./га) к контролю, Ора стар – 2,95 млн м² × сут./га (+0,58 млн м² × сут./га к контролю).

На гибриде Мерседес ФП отмечался на более высоком уровне по вариантам с предпосевной обработкой ОраСтарт по сравнению с контролем – 3,25 млн м² × сут./га (+0,88 млн м² × сут./га к контролю). На вариантах ОраСтарт + Азотовит –

3,37 млн м² × сут./га. (+1,00 м² × сут./га к контролю), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 3,81 млн м² × сут./га. (+ 1,44 м² × сут./га к контролю), ОраСтарт + Рауактив – 3,57 млн м² × сут./га (+1,20 м² × сут./га к контролю).

Чистая продуктивность фотосинтеза показывала, насколько растения использовали приход солнечной активной радиации. Озимый рапс имел широкую по площади листовую поверхность, особенно на нижних ярусах культуры.

В среднем показатели ЧПФ по вариантам варьировались в пределах от 3,86 до 5,12 г/м² в сутки, на контрольном варианте этот показатель составил 3,86 г/м² в сутки, что на 1,26 г/м² в сутки меньше по сравнению с лучшим показателем на варианте с Мерседес при использовании комплекса Азотовит + Фосфатовит.

В первые недели развития культуры большое влияние на ее дальнейший рост оказывала полевая всхожесть (табл. 6).

Таблица 6 – Густота стояния растений и полевая всхожесть озимого рапса, среднее в 2020–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка семян	Обработка по вегетации	Количество растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %
			всходы	весной	перед уборкой	
Северянин	Контроль (без обработки)		77,5	34,1	28,0	77,5
	Без обработки	Азотовит	78,7	38,1	32,4	78,7
		Фосфатовит	76,9	36,3	31,9	76,9
		Азотовит + Фосфатовит	78,3	38,2	35,3	78,3
		Рауактив	82,2	37,2	35,2	82,2
	ОраСтарт	-	79,4	40,2	30,5	79,4
		Азотовит	80,4	41,3	33,9	80,4
		Фосфатовит	80,0	41,9	33,2	80,0
		Азотовит + Фосфатовит	81,6	42,1	33,7	81,6
		Рауактив	80,1	43,5	35,0	80,1
Мерседес F1	Без обработки	-	82,0	39,8	36,9	82,0
		Азотовит	81,6	45,8	40,7	81,6
		Фосфатовит	83,0	43,4	37,8	83,0
		Азотовит + Фосфатовит	82,2	41,8	38,7	82,2
		Рауактив	84,0	42,5	41,0	84,0
	ОраСтарт	-	83,6	43,1	38,5	83,6
		Азотовит	83,5	46,3	41,6	83,5
		Фосфатовит	84,2	45,8	41,8	84,2
		Азотовит + Фосфатовит	83,4	48,0	42,2	83,4
		Рауактив	84,4	44,5	40,9	84,4

Растения Северянина использовали солнечную энергию менее активно по сравнению с рапсом Мерседес, максимальный показатель отмечен при применении ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит ($5,08 \text{ г/м}^2$ в сутки), что, в свою очередь, на $+1,22 \text{ г/м}^2$ в сутки больше контрольного варианта.

На участках с использованием ОраСтарт полевая всхожесть была выше по сравнению с контрольным вариантом. В среднем у сорта Северянин полевая всхожесть с действием ОраСтарт отмечалась на $+1,9\%$ больше ($79,4\%$). На гибриде Мерседес полевая всхожесть отмечена на уровне $83,6\%$, что на $+6,1\%$ выше контроля.

Агрохимикаты оказали влияние на густоту стояния культуры в период возобновления весенней вегетации. Наилучшим вариантом были растения сорта Северянин и действие обработок ОраСтарт + Рауактив, где густота стояния культуры составила $43,5 \text{ шт./м}^2$; на гибриде Мерседес наилучший результат зафиксирован при применении ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит ($48,0 \text{ шт./м}^2$), $+9,4 \text{ шт. м}^2$ и $+13,9 \text{ шт. м}^2$ растений к контролю ($34,1 \text{ шт. м}^2$) (прил. 1,2).

Показатель всхожести в полевых условиях зафиксирован от $76,9$ до $84,4\%$. Максимальные значения выявлены на участках с некорневой обработкой агрохимикатом ОраСтарт + Рауактив + Мерседес F1 ($84,4\%$). При этом полевая всхожесть в среднем по сорту составляла $76,9\text{--}81,6\%$, тогда как на гибриде $81,6\text{--}84,4\%$. Более низкие значения выявлены на участках с сортом Северянин, в среднем на $1,0\text{--}2,5\%$ к гибриду Мерседес F1.

Сохранность растений к уборке является еще одним важным показателем. Из расчета сохранности растений можно спрогнозировать урожайность культуры.

В 2021 году сохранность растений к уборке на контрольном варианте была отмечена на уровне $38,6\%$. Увеличение данного показателя по сорту Северянин выявлено у растений с обработкой Азотовит ($40,2\%$, $+1,9\%$ к контролю), Азотовит + Фосфатовит ($42,3\%$, $+3,7\%$), Рауактив ($41,0\%$, $+2,4\%$), ОраСтарт + Рауактив ($40,2\%$, $+1,65$). В целом в 2021 году сохранность растений озимого рапса сорта Северянин была выше по сравнению с растениями гибрида Мерседес, что свидетель-

ствовало о лучшей приспособленности Северянина к условиям выращивания (рис. 17).

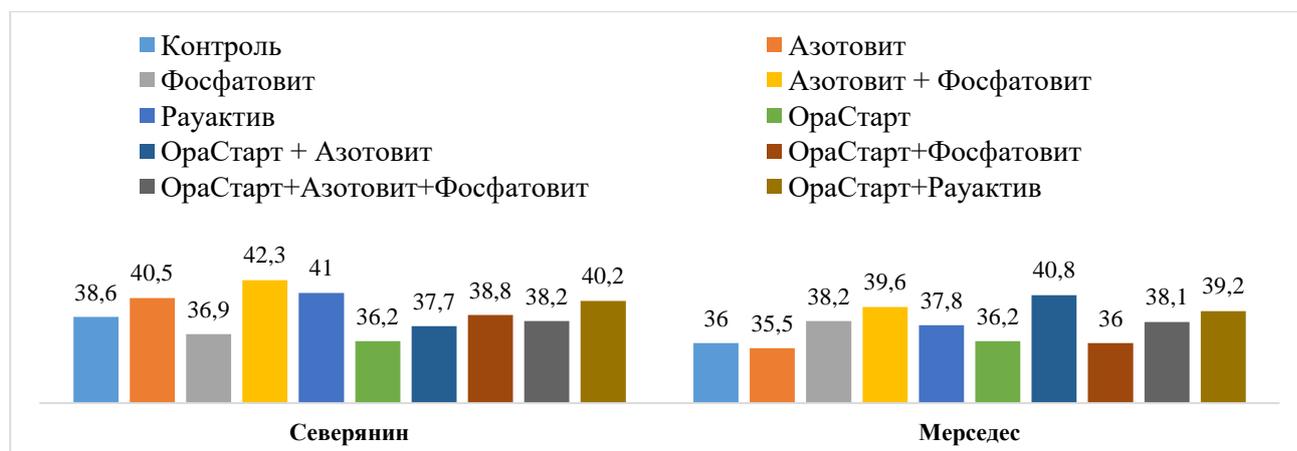


Рисунок 17 – Сохранность растений озимого рапса к уборке, 2021 г.

В 2022 году сохранность растений к уборке на сорте Северянин и гибриде Мерседес была значительно выше относительно показателей 2021 года (рис. 18). Применение микробиологических удобрений на гибриде Мерседес способствовало сохранности на уровне 62,7% на варианте с ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит, что на 25,5% выше по сравнению со стандартным значением – 37,2%. По сорту Северянин на делянках наблюдалась положительная динамика по сохранности к уборке по всем вариантам опыта, прибавка составляла от 2,1 до 7,0%. Наилучшую сохранность показали растения гибрида Мерседес, прирост составил от 11,9 до 25,5% по вариантам.

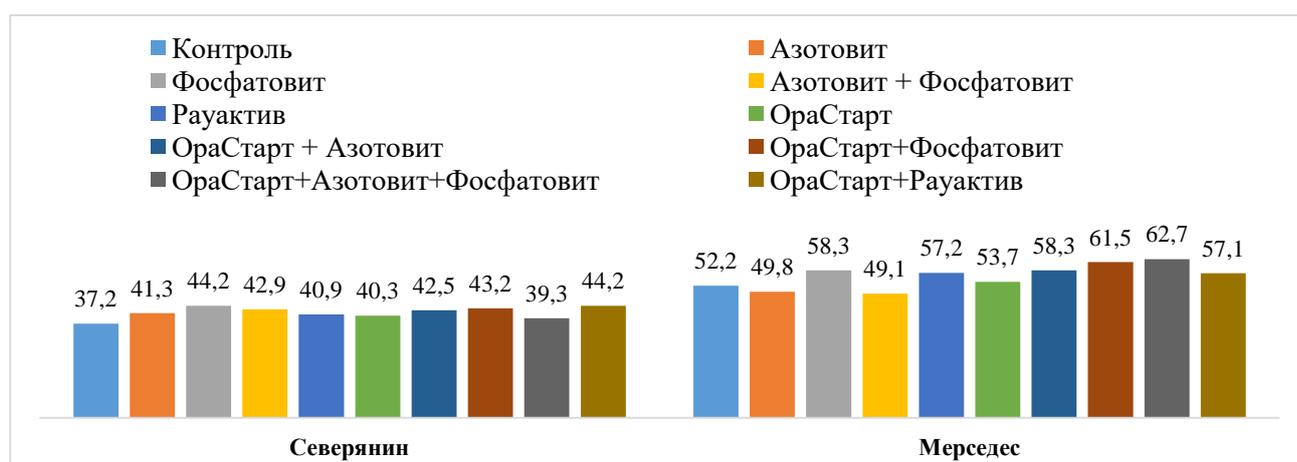


Рисунок 18 – Сохранность растений озимого рапса к уборке, 2022 г.

В 2023 году сохранность растений рапса озимого отмечалась на высоком уровне по сравнению с результатами 2021 и 2022 годов. Наибольшая сохранность

зафиксирована у растений сорта Северянин на варианте с применением препарата Рауактив на уровне 49,9%, а самая низкая сохранность – на контроле (39,4%).

На гибриде Мерседес наименьшая сохранность (47%) отмечена на варианте без использования микробиологических препаратов, а самая высокая сохранность зафиксирована на вариантах с применением Фосфатовит и Рауактив, на уровне 53,1 и 52,8% соответственно (рис. 19).

В среднем самая высокая сохранность растений зафиксирована на гибриде при использовании ОраСтарт + Фосфатовит – 50,8% и ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 50,7%, на сорте при использовании Азотовит + Фосфатовит – 45% и ОраСтарт + Рауактив – 43,7% (рис. 20).

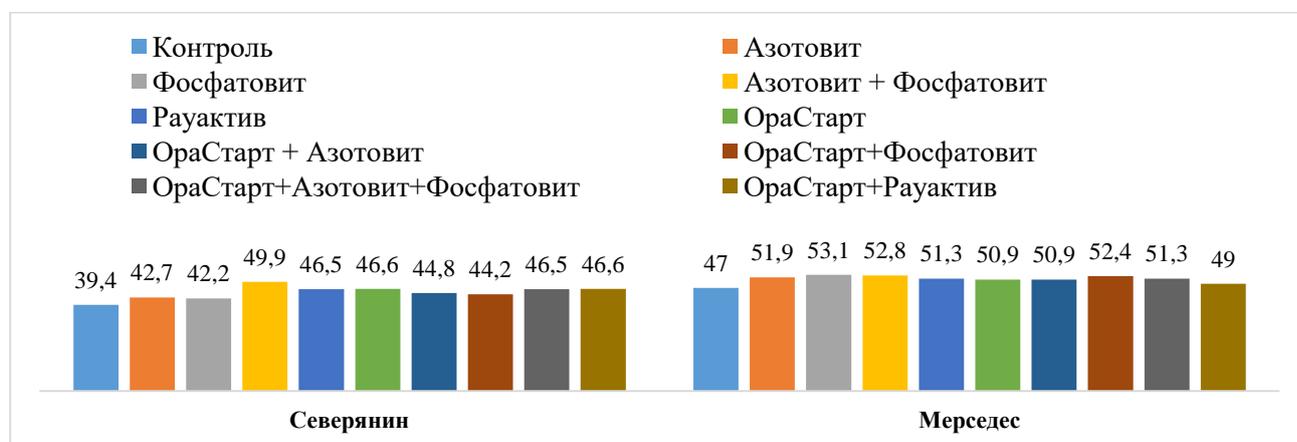


Рисунок 19 – Сохранность растений озимого рапса к уборке, 2023 г.

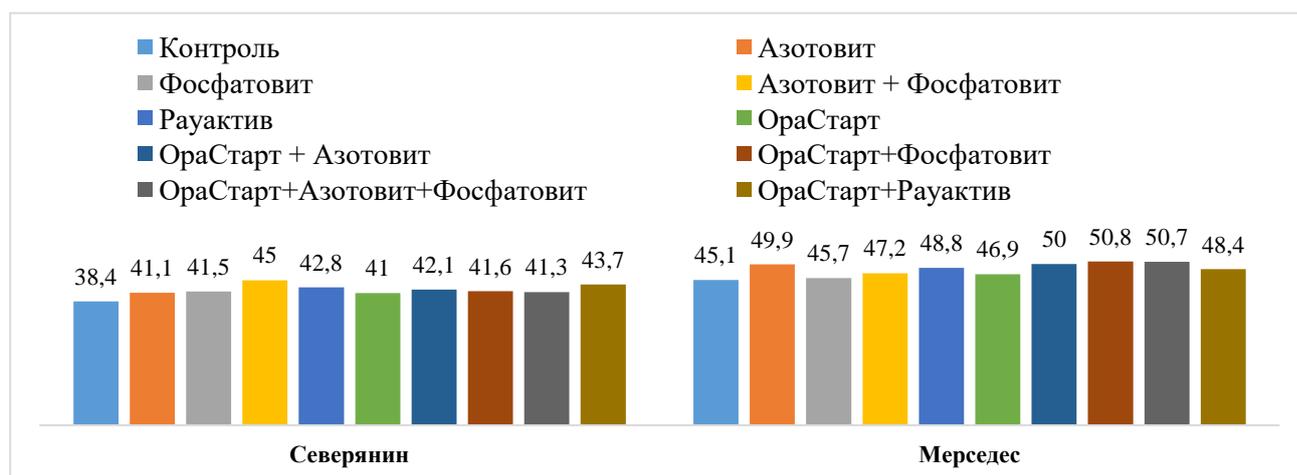


Рисунок 20 – Сохранность растений к уборке, среднее в 2020–2023 гг.

Применение агрохимикатов в технологии позволяло растениям формировать более мощную листовую площадь поверхности, активнее накапливать сахара

и питательные вещества перед уходом в зиму, а после возобновления весенней вегетации активнее возобновлять весенний рост.

Для формирования достаточно высокого урожая озимой масличной культуры одним из важных показателей является перезимовка растений. Именно в зимний период негативные погодные условия, которые не контролируют аграрии, могут нанести сильный вред. При этом на перезимовку озимого рапса благоприятно влияют макро- и микроэлементы питания, которые необходимы растениям в осенне-зимний период для формирования необходимого запаса сахаров.

Исследуемые микробиологические удобрения, изучаемые в полевых опытах, оказали положительное влияние на перезимовку растений рапса озимого (рис. 21).

В среднем на контрольном варианте по сорту Северянин уровень перезимовки растений зафиксирован на уровне 44,0%, при этом при применении агрохимикатов перед посевом уровень перезимовки растений значительно возрос (на 1,1–6,6%).

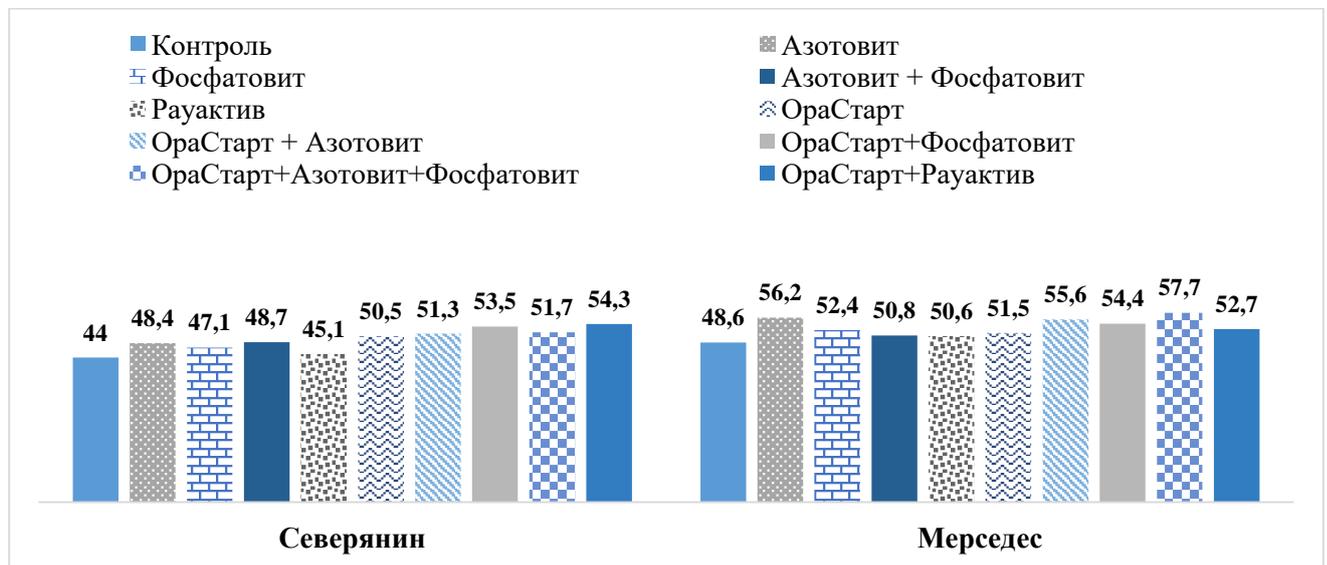


Рисунок 21 – Перезимовка растений озимого рапса при действии микробиологических и микроудобрений, среднее в 2021–2023 гг., %

Наибольший процент перезимовавших растений зафиксирован на варианте ОраСтарт + Рауактив, на уровне 54,3%. Отметим, что на делянках с действием предпосевной обработки ОраСтарт процент перезимовавших растений был выше по сравнению с вариантами без использования этого препарата (на делянках с

сортом Северянин – 45,1%, Мерседес – 50,6%, что на 1,5 и 6,6% выше контрольного значения). Количество перезимовавших растений сорта Северянин на вариантах Азотовит (48,4%), Фосфатовит (47,1%), Азотовит + Фосфатовит (48,7%) было выше контроля (44,0%) на +4,4%, +3,1% и +4,7% соответственно.

Растения гибрида Мерседес характеризовались более высоким процентом перезимовки растений по всем вариантам опыта, на делянке без обработок исследуемыми препаратами перезимовало 48,6% растений рапса; наибольший процент перезимовавших растений отмечен на варианте с комплексным применением комбинации ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 57,7%.

3.2. Засоренность посевов озимого рапса

Доказано, что на рост и развитие культурных растений оказывают влияние сорные растения, которых достаточно много на полях Нечерноземной зоны; характеризуются они по типу питания, способу распространения, продуктивности, вегетационному периоду, вредоносности. На одном квадратном метре могут произрастать сорные растения из самых разных биологических групп.

При выращивании растений рапса озимого и изучаемых факторов нами проведен учет сорной растительности в опытах (табл. 7).

Микробиологические удобрения не оказывали прямого действия на сорную растительность, однако развитие культурных растений влияло на количество сорняков за счет внутренней конкуренции.

Озимый рапс – культура, которая имеет достаточно мощный листовой, многоярусный аппарат, что способствует активному затенению других растений, которые находятся на более низком ярусе.

Массу сорняков подсчитывали при суммировании массы однолетних и многолетних сорных растений. Так, наименьшая масса сорняков на варианте по сорту Северянин была установлена на варианте Рауактив – 25,1 г, что на 68,5 г меньше по сравнению с контролем (93,6 г). По вариантам опыта масса сорной растительности с применением Азотовит, Фосфатовит, Азотовит + Фосфатовит была ниже

в сравнении с контролем на 35,4 г, 47,9 г и 62,0 г меньше. Данная тенденция отмечалась на вариантах с применением препарата ОраСтарт и на гибриде Мерседес.

Таблица 7 – Засоренность посевов рапса озимого в зависимости от изучаемых факторов в фазе цветения, среднее за 2021–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка семян	Обработки по вегетации	Сорняки, шт./м ²			Сырая масса сорняков, г/м ²
			однолетние	многолетние	всего	
Северянин	Контроль (без обработки)		34,8	5,9	40,7	93,6
	Без обработки	Азотовит	31,1	5,3	36,4	58,2
		Фосфатовит	32,5	5,6	38,1	45,7
		Азотовит + Фосфатовит	29,5	5,6	35,1	31,6
		Рауактив	30,0	4,9	34,9	25,1
	ОраСтарт	-	33,0	5,9	38,8	80,4
		Азотовит	30,5	5,3	35,9	57,4
		Фосфатовит	31,3	5,2	36,5	43,8
		Азотовит + Фосфатовит	29,1	4,6	33,7	30,3
		Рауактив	31,2	5,5	36,7	26,1
Мерседес F1	Без обработки	-	33,1	5,1	38,3	74,6
		Азотовит	29,8	5,4	35,2	38,7
		Фосфатовит	31,8	5,3	37,1	32,6
		Азотовит + Фосфатовит	28,6	4,9	33,5	25,4
		Рауактив	29,0	5,2	34,2	19,8
	ОраСтарт	-	30,6	5,2	35,8	64,8
		Азотовит	29,2	5,3	34,5	48,2
		Фосфатовит	31,3	5,7	37,0	44,4
		Азотовит + Фосфатовит	28,5	4,8	33,3	36,7
		Рауактив	29,8	5,3	35,1	28,8

Количество сорняков на опытных участках не зависело от применения исследуемых агрохимикатов, в отличие от массы. За счет более активного роста и формирования вегетативной части масличной культуры растения рапса озимого снижали интенсивность роста сорняков и их качество в размножении.

В опытных посевах озимого рапса наблюдались типичные растения для почвенно-климатических условий изучаемой зоны (рис. 22).

По семействам были зафиксированы сорные растения следующих семейств: амарантовые – 33,0%, злаковые – 24,0%, капустные – 9,0%, хвощовые – 8,7%, вьюнковые – 7,3%, астровые – 5,0%, гвоздичные – 5,7%, яснотковые – 4,3% и прочие не более 3%.

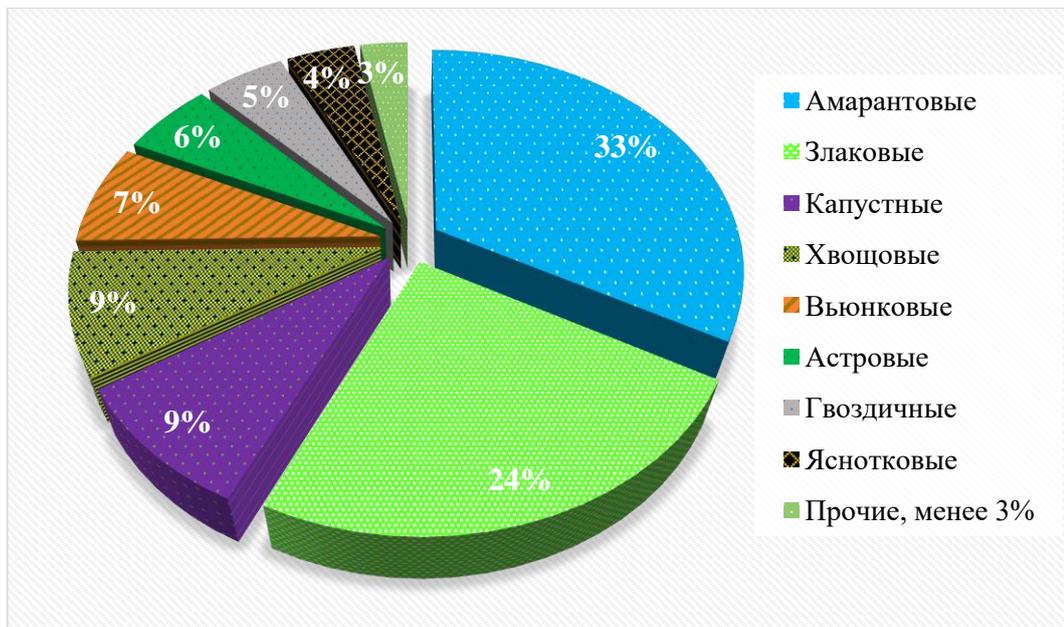


Рисунок 22 – Распределение сорной растительности по семействам в агроценозах рапса озимого, %

Среди однолетних двудольных сорняков чаще других наблюдались марь белая (*Chenopodium album L.*) – семейство Амарантовые, щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus L.*) – семейство Амарантовые, звездчатка, или мокрица (*Stellaria uliginosa*) – семейство Гвоздичные, овсюг полевой (*Avena fatua L.*) – семейство Злаковые, ромашка лекарственная (*Matricaria chamomilla*) – семейство Астровые. Из группы многолетних сорняков фиксировались пырей ползучий (*Elytrigia repens L.*) – семейство Злаковые, осот полевой (*Sonchus arvensis L.*) – семейство Астровые, вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis L.*) – семейство Вьюнковые, хвощ полевой (*Equisetum arvense L.*) – семейство Хвощевые.

Из группы зимующих растений в агроценозах рапса выявлены ярутка полевая (*Thlaspi arvense L.*) – семейство Капустные.

3.3. Структура урожая, урожайность озимого рапса в зависимости от микробиологических препаратов

По результатам опыта установлено, что при введении в технологию выращивания озимого рапса микробиологических удобрений отмечается положительное действие на различные элементы структуры урожая культуры (прил. 4).

Наибольшая масса 1000 семян отмечена по гибриду Мерседес на варианте без обработок – 4,1 г (+0,6 г к контролю). По сорту Северянин максимальная масса 1000 семян выявлена на варианте Азотовит + Фосфатовит и Рауактив совместно с предпосевной обработкой препаратом ОраСтарт – 3,8 г (+0,3 г к контролю). В общем и целом, на фоне обработок микробиологическими удобрениями без предпосевной обработки по сорту Северянин также было зафиксировано увеличение массы 1000 семян, например, на варианте Азотовит + Фосфатовит масса составила 3,7 г (+0,2 г к контролю). На растениях гибрида на варианте с агрохимикатами Азотовит + Фосфатовит и ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит масса 1000 семян составляла 3,9 г (+0,4 г к контролю).

На контрольном варианте количество растений к уборке составило 28 шт./м², на сорте Северянин наибольшее число растений зафиксировано на вариантах с применением препарата Рауактив – 35,2 шт./м² и препаратов ОраСтарт + Рауактив – 35,0 шт./м².

По гибриду Мерседес максимальное количество растений к уборке зафиксировано на варианте с действием ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 42,2 шт./м² (+14,2 шт./м² к контролю).

Число стручков на растение по вариантам с сортом Северянин варьировалось от 85,5 шт./раст. на контрольном варианте до 106,5 шт./раст. на варианте с применением Азотовит + Фосфатовит соответственно.

В среднем на гибриде Мерседес наилучшим вариантом по этому показателю выявлен вариант с использованием баковой смеси микробиологических удобрений Азотовит + Фосфатовит в комплексе с предпосевной обработкой препаратом ОраСтарт – 122,2 шт./раст., что на +36,7 шт./раст. больше по сравнению с контролем. Применение удобрений в других вариантах опытов также способствовало увеличению количества стручков на одно растение.

Количество семян в одном стручке в среднем по опытам находилось в пределах от 22,7 шт. (Северянин) до 24,6 шт. (Мерседес). Максимальная урожайность растений рапса по сорту Северянин выявлена при действии Рауактив и предпосевной обработкой – 2,39 т/га, что на 41,1% больше по сравнению с контрольным вариантом (табл. 8).

Таблица 8 – Структура урожая озимого рапса, среднее за 2021–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка семян	Обработка агрохимикатом	Густота перед уборкой, шт./м ²				Число стручков, шт./ растение				Число семян в стручке, шт.				Масса 1000 семян, г				
			A	B	C	ABC	A	B	C	ABC	A	B	C	ABC	A	B	C	ABC	
Северянин	Контроль (без обработки)		28,0				84,5				22,7				3,5				
	Без обработки	Азотовит	32,4				88,8				23,7				3,5				
		Фосфатовит	31,9				89,5				23,2				3,4				
		Азотовит + Фосфатовит	35,3				100,1				24,3				3,7				
		Рауактив	35,2				93,3				22,9				3,6				
	ОраСтарт	-	30,5				92,4				23,8				3,5				
		Азотовит	33,9				94,6				23,2				3,7				
		Фосфатовит	33,2				96,4				23,7				3,5				
		Азотовит + Фосфатовит	33,7				106,5				23,7				3,8				
		Рауактив	35,0				91,3				24,0				3,8				
	Мерседес F1	Без обработки	-	36,9				99,5				22,5				3,7			
			Азотовит	40,7				102,8				24,4				3,8			
Фосфатовит			37,8				105,1				24,6				3,7				
Азотовит + Фосфатовит			38,7				113,0				22,8				3,9				
Рауактив			41,0				103,7				22,7				3,9				
ОраСтарт		-	38,5				98,7				22,2				4,1				
		Азотовит	41,6				103,0				23,7				3,8				
		Фосфатовит	41,8				105,8				21,8				4,0				
		Азотовит + Фосфатовит	42,2				122,2				23,3				3,9				
		Рауактив	40,9				112,4				21,5				4,0				
		НСР ₀₅ по фактору		A	B	C	ABC	A	B	C	ABC	A	B	C	ABC	A	B	C	ABC
		2021 г.		0,99	0,99	1,56	3,12	3,94	3,94	6,23	12,47	0,68	0,68	1,07	2,14	0,10	0,10	0,15	0,31
2022 г.		2,07	2,07	3,27	6,53	3,65	3,65	5,77	11,54	0,52	0,52	0,83	1,66	0,09	0,09	0,15	0,29		
2023 г.		1,02	1,02	1,61	2,27	2,09	2,09	3,31	6,62	1,15	1,15	1,82	3,64	0,09	0,09	0,15	0,30		

На вариантах с использованием удобрений Азотовит, Фосфатовит и их комплексным применением на фоне предпосевной обработки урожайность растений отмечалась выше по сравнению с вариантами без предпосевной обработки. Так, средняя урожайность при применении Азотовита составила 1,92 т/га, Фосфатовита – 1,76 т/га, Азотовита + Фосфатовита – 2,19 т/га, Рауактив – 2,07 т/га, ОраСтарт – 1,95 т/га. Достоверная прибавка по сравнению с контрольным вариантом составила 0,23 т/га, 0,07 т/га, 0,50 т/га, 0,38 т/га и 0,26 т/га соответственно.

Растения рапса гибрида Мерседес демонстрировали хорошую приспособленность к условиям выращивания и использованию микробиологических удобрений. Так, урожайность на варианте без применения микробиологических удобрений и предпосевного препарата составила 2,27 т/га, что на 0,58 т/га выше по сравнению с контролем. Урожайность рапса озимого зависела от применяемого в опыте микробиологического удобрения и сорта, а также погодных условий года исследования. Лучшие условия для роста и развития растений сложились в 2022 году, так как средняя урожайность по опыту была максимальной по сравнению с показателями 2021 и 2023 годов (прил. 5-7, табл. 9, рис. 23).

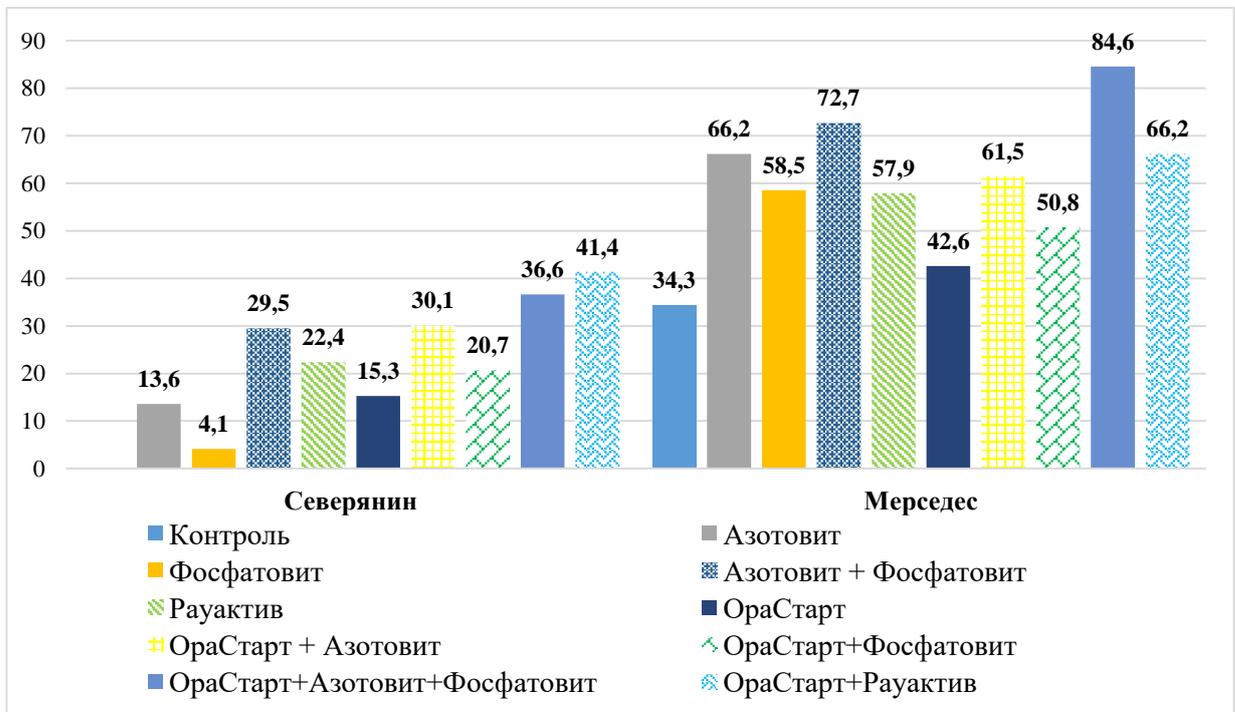


Рисунок 23 – Прибавка урожайности озимого рапса к контролю, среднее за 2021–2023 гг., %

Таблица 9 – Урожайность сортов и гибридов озимого рапса в зависимости от изучаемых факторов

Сорт / гибрид	Обработка семян	Вариант обработки агрохимикатом	Урожайность, т/га				Прибавка		
			2021	2022	2023	Средняя	т/га	%	
Северянин	Контроль (без обработки)		1,58	1,83	1,69	1,69	-	-	
	Без обработки	Азотовит	1,65	2,41	1,71	1,92	+0,23	+13,6	
		Фосфатовит	1,63	2,00	1,65	1,76	+0,07	+4,1	
		Азотовит + Фосфатовит	1,91	2,37	2,28	2,19	+0,50	+29,5	
		Рауактив	1,82	2,43	1,95	2,07	+0,38	+22,4	
	ОраСтарт, 1,0 л/т	-	1,68	2,06	2,11	1,95	+0,26	+15,3	
		Азотовит	2,07	2,37	2,16	2,20	+0,51	+30,1	
		Фосфатовит	1,96	2,21	1,94	2,04	+0,35	+20,7	
		Азотовит + Фосфатовит	2,25	2,46	2,23	2,31	+0,62	+36,6	
		Рауактив	2,21	2,52	2,45	2,39	+0,70	+41,4	
	Мерседес F1	Без обработки	-	2,07	2,29	2,44	2,27	+0,58	+34,3
			Азотовит	2,45	2,81	3,18	2,81	+1,12	+66,2
Фосфатовит			2,22	2,76	3,08	2,68	+0,99	+58,5	
Азотовит + Фосфатовит			2,60	3,00	2,82	2,92	+1,23	+72,7	
Рауактив			2,30	2,70	3,01	2,67	+0,98	+57,9	
ОраСтарт, 1,0 л/т		-	2,16	2,47	2,59	2,41	+0,72	+42,6	
		Азотовит	2,52	2,62	3,06	2,73	+1,04	+61,5	
		Фосфатовит	2,40	2,59	2,67	2,55	+0,86	+50,8	
		Азотовит + Фосфатовит	2,71	3,34	3,30	3,12	+1,43	+84,6	
		Рауактив	2,57	2,86	3,01	2,81	+1,12	+66,2	
		НСП ₀₅ А	0,13	0,18	0,16				
		НСП ₀₅ В	0,13	0,18	0,16				
		НСП ₀₅ С	0,21	0,29	0,25				
		НСП ₀₅ АВС	0,42	0,58	0,50				

Прибавка урожайности в среднем за годы исследований по отношению к контрольному варианту (1,69 т/га) отмечена на уровне + 84,6 % на гибриде с предпосевной обработкой препаратом ОраСтарт и применением препаратов Азотовит + Фосфатовит в баковой смеси

Проведение предпосевной обработки препаратом ОраСтарт положительно сказывалось на урожайности растений. На сорте Северянин зафиксирована урожайность на уровне 1,95 т/га (+ 0,26 т/га к контролю), на гибриде Мерседес – на уровне 2,41 (+0,72 т/га к контрольному варианту).

При выращивании озимого рапса растения гибрида Мерседес обеспечивали больший сбор маслосемян по сравнению с сортом Северянин. Достоверная прибавка составляла в среднем за годы исследований от 34,4 до 84,6% (рис. 23).

На рисунке 24 представлены уравнения регрессии зависимости урожайности от элемента структуры урожая.

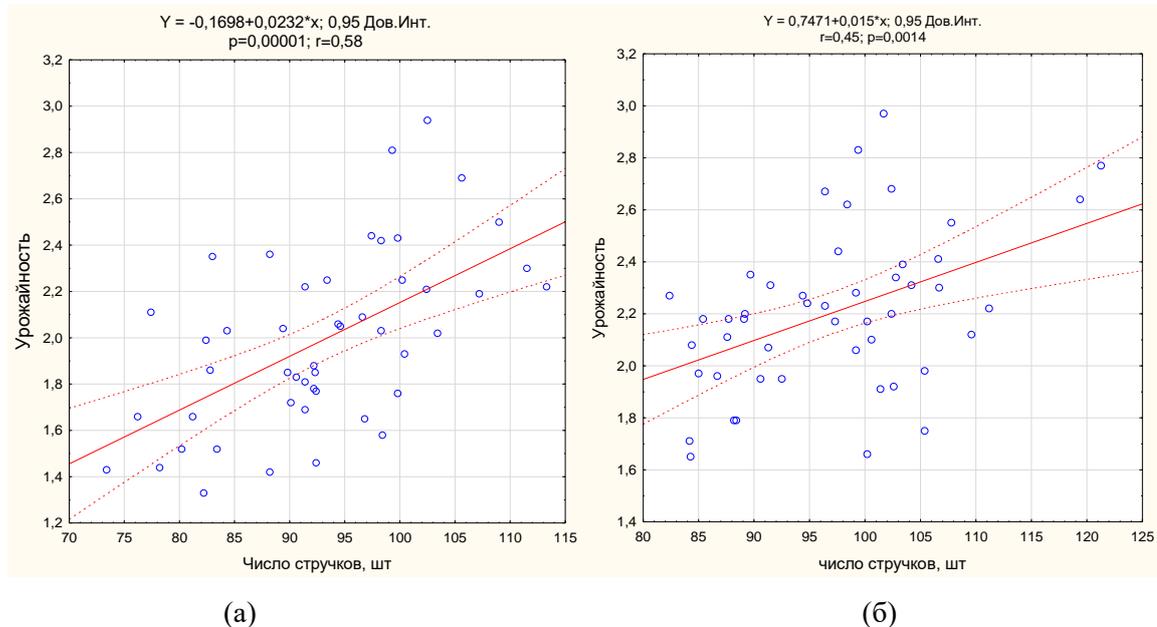


Рисунок 24 – Зависимость урожайности озимого рапса от числа стручков по вариантам: контроль (а), обработка ОраСтарт (б) (сорт Северянин)

При статистическом анализе выявлено, что зависимость урожайности от числа стручков достоверная, так как $p < 0,01$, парный коэффициент корреляции составил 0,58, что свидетельствует о тесной связи между показателями (рис. 24 а). Уравнение регрессии доказывает, что при увеличении числа стручков на 1 шт. урожайность повышается на 0,0232 т/га. При обработке препаратом ОраСтарт (рис. 24 б) зависимость урожайности от числа стручков снижается, так как значения коэффициентов корреляции ($r=0,45$, вклад $r^2=20\%$) и регрессии ($b=0,015$) оказались ниже по сравнению с контрольным вариантом в 1,3 и 1,5 раза соответственно. Это справедливо для вариантов по сорту Северянин.

Можно сделать вывод, что у растений сорта Северянин, кроме генотипических характеристик, формирование урожайности во многом зависит от иных факторов, потому что вклад стручков в урожайность при обработке составляет всего 20% (с обработкой 33,6%) (рис. 25).

При сравнении результатов регрессионного анализа по вариантам с гибридом Мерседес можно констатировать, что использование ОраСтарт в технологии возделывания растений увеличило значение коэффициента корреляции с 0,45 до 0,52 ед. (рис. 26–29). Коэффициент регрессии изменился незначительно, следовательно, проведенные предпосевные обработки препаратом ОраСтарт оказывали значительное действие на формирование итоговой урожайности культуры.

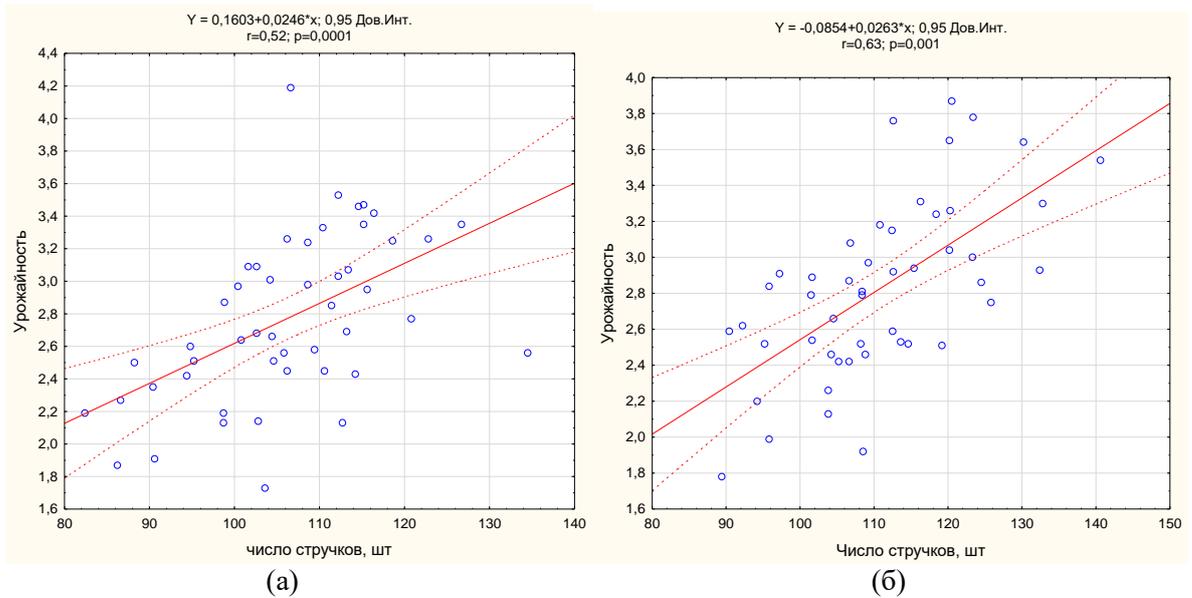


Рисунок 25 – Зависимость урожайности озимого рапса от числа стручков по вариантам контроль (а), обработка ОраСтарт (б) (сорт Мерседес)

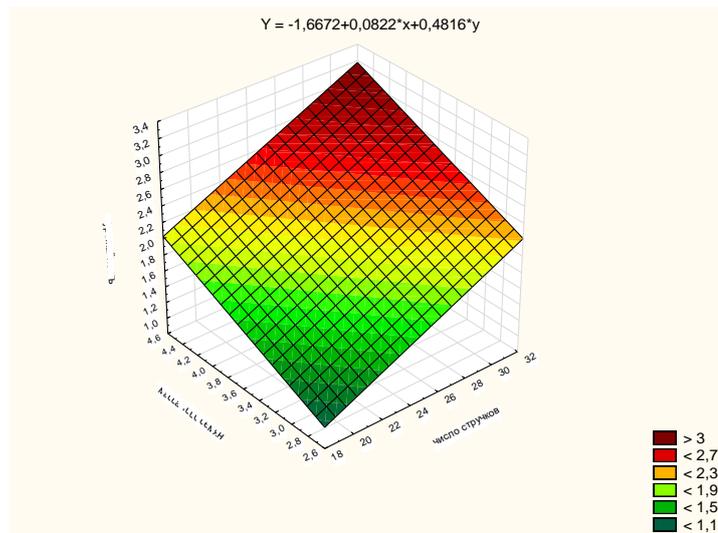


Рисунок 26 – Множественная регрессия зависимости урожайности от числа стручков и массы 1000 семян, контроль

Множественная регрессия показывает зависимость урожайности (ось Z) от числа стручков на одно растение (ось X) и массы 1000 семян (ось Y). Представленные на рисунке результаты анализа показывают, что признаки между собой коррелируют и взаимосвязаны. По сорту Северянин на контрольном варианте и варианте с препаратом ОраСтарт можно сделать вывод о том, что урожайность культуры в большей степени зависела от количества стручков на одно растение, чем от массы 100 семян, при этом масса тоже влияла на уровень урожайности. Так, урожайность культуры была выше при наибольшей массе 1000 семян.

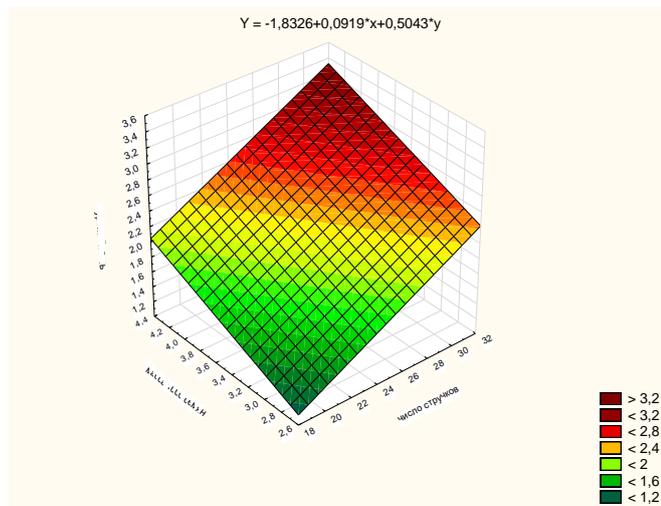


Рисунок 27 – Множественная регрессия зависимости урожайности от числа стручков и массы 1000 семян, вариант ОраСтарт по Северянину

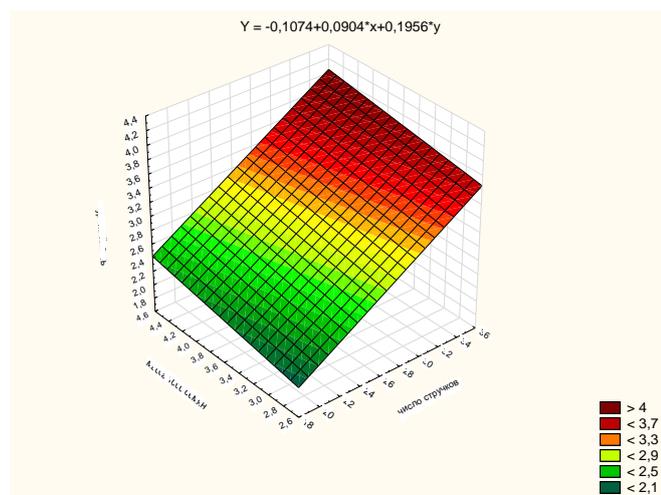


Рисунок 28 – Множественная регрессия зависимости урожайности от числа стручков и массы 1000 семян, вариант без обработки по гибриду

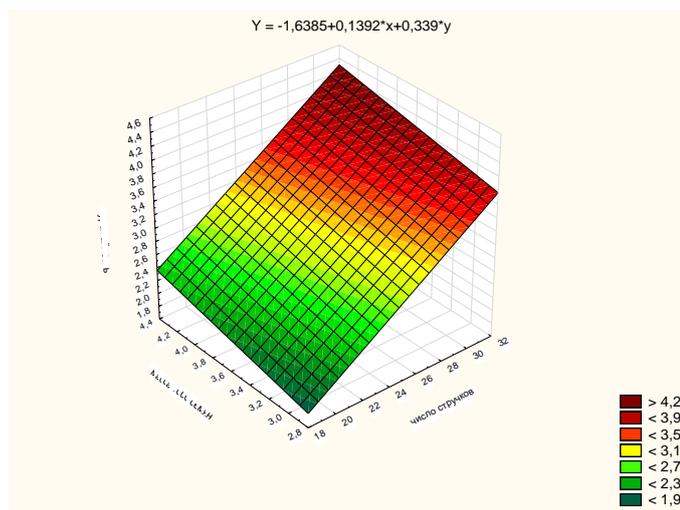


Рисунок 29 – Множественная регрессия зависимости урожайности от числа стручков и массы 1000 семян, вариант ОраСтарт по гибриду

Наибольшая урожайность в среднем зафиксирована на варианте ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит и варианте с применением препарата Рауактив.

Заключение к главе 3. По результатам исследований при использовании агрохимикатов ОраСтарт, Азотовит, Фосфатовит, Рауактив выявлено удлинение таких межфазных периодов роста и развития растений, как розетка – стеблевание, бутонизация – цветение, когда растения более активно развивались и наращивали биомассу.

Растения сорта Северянин по вариантам обработки ОраСтарт + Азотовит и ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит в среднем развивались за 134–135 дней (+ 9–10 дней к контролю). У растений рапса гибрида Мерседес наибольший период вегетации наблюдался на вариантах Азотовит – 132,3 дня (+8 дней к контролю), ОраСтарт + Азотовит – 133,7 дня (+ 9–10 дней), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 130,7 дня (+ 6–7 дней).

На вариантах с предпосевной обработкой препаратом ОраСтарт полевая всхожесть была выше по сравнению с контрольным вариантом. В среднем у сорта Северянин полевая всхожесть с действием ОраСтарт отмечалась на +1,9% больше (79,4%). На гибриде Мерседес полевая всхожесть отмечена на уровне 83,6%, что на +6,1% выше по сравнению с контрольным вариантом.

Так, фотосинтетический потенциал растений рапса озимого в среднем за годы варьировался в пределах 2,37–3,81 млн м² × сут./га. При этом наибольший показате-

тель зафиксирован в варианте с применением ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 3,81 млн м² × сут./га (на растениях гибрида Мерседес) и 3,67 млн м² × сут./га (по сорту Северянин).

Наиболее высокая сохранность растений в среднем за годы исследований была зафиксирована на гибриде Мерседес при использовании ОраСтарт + Фосфатовит – 50,8% и ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 50,7%, на сорте Северянин при использовании Азотовит + Фосфатовит – 45% и ОраСтарт + Рауактив – 43,7%.

По сорту Северянин на вариантах Азотовит (48,4%), Фосфатовит (47,1%), Азотовит + Фосфатовит (48,7%) перезимовка на +4,4%, +3,1% и +4,7% выше по сравнению с контрольным вариантом (44,0%).

Растения гибрида Мерседес характеризовались более высоким процентом перезимовки растений по всем вариантам опыта, на варианте без обработок исследуемыми препаратами перезимовало 48,6% растений, наибольший процент перезимовавших растений отмечен на варианте с комплексным применением агрохимикатов ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 57,7%.

Средняя урожайность при применении Азотовита составила 1,92 т/га, Фосфатовита – 1,76 т/га, Азотовита + Фосфатовита – 2,19 т/га, Рауактив – 2,07 т/га, ОраСтарт – 1,95 т/га.

Растения гибрида показали в среднем более высокую урожайность в зависимости от варианта, наибольшая отмечена на варианте Орас старт + Азотовит + Фосфатовит – 3,12 т/га, на варианте только с проведением предпосевной обработки – 2,59 т/га.

Таким образом, использование в технологии возделывания рапса озимого микробиологических препаратов Азотовит и Фосфатовит, микроудобрений Рауактив и ОраСтарт способствовало повышению продуктивности культуры как сорта Северянин, так и гибрида Мерседес.

Глава 4. ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕЙСТВИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ И ФУНГИЦИДА

4.1. Развитие озимого рапса при применении органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные и фунгицида Карамба

Для успешной перезимовки растениям рапса в осенний период необходимо сформировать хорошо укоренившуюся розетку из 6–8 листьев. В условиях юга Нечерноземной зоны России часто наблюдается затянувшаяся осень, когда снежный покров устанавливается на территории не повсеместно, а колебания температур в этот период часто переходят нулевую отметку и могут составлять от +1 до –2 °С. В таком случае растения рапса озимого не замедляют вегетацию, а продолжают активно расти, вследствие чего точка роста приподнимается над землей выше необходимого расстояния, а диаметр корневой шейки увеличивается.

Специально созданные росторегулирующие препараты применяются для замедления роста растений озимого рапса в осенний период.

Для успешной перезимовки растениям рапса озимого необходимо иметь в достаточном количестве такие микроэлементы, как бор, сера, молибден и другие.

Для озимого рапса диаметр корневой шейки является важным показателем, по которому можно спрогнозировать количество перезимовавших растений.

Следует отметить, что слишком маленький диаметр корневой шейки будет существенно снижать шансы растений на перезимовку; увеличенный диаметр может способствовать образованию полого стебля, накоплению избыточного количества воды и, напротив, снижению количества запасенных питательных элементов и сахаров на зиму.

В опыте нами проведены измерения диаметра корневой шейки вручную, с помощью линейки в фазу образования 1–2 настоящих листьев и перед уходом в зиму (табл. 10).

В среднем за годы проведения опыта на контрольном варианте при образовании 1–2 настоящих листьев диаметр корневой шейки был зафиксирован на

уровне 6,3 мм, при уходе растений в зиму – 8,0 мм. На вариантах по сорту Северянин и гибридам Рохан и Ксенон применение органоминерального удобрения и росторегулирующего фунгицида существенно повлияло на данный показатель.

Таблица 10 – Диаметр корневой шейки озимого рапса, мм

Сорт / гибрид	Обработка	Некорневая подкормка	Диаметр корневой шейки по годам исследований, мм							
			При образовании 1–2 настоящих листьев				При уходе в зиму			
			2021	2022	2023	среднее	2021	2022	2023	среднее
Северянин	Контроль (без обработки)		6,8	6,2	6,0	6,3	7,9	7,5	8,6	8,0
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	7,1	6,5	6,5	6,7	8,7	8,9	9,4	9,0
	Карамба	-	6,1	6,1	6,9	6,4	9,2	9,5	9,8	9,5
		Ревитаплант Крестоцветные	6,7	6,3	6,5	6,5	10,6	11,2	9,9	10,6
Рохан	без обработки	-	7,6	7,3	6,7	7,2	9,1	10,1	10,6	10,0
		Ревитаплант Крестоцветные	8,4	7,3	6,7	7,5	9,8	10,6	10,6	10,3
	Карамба	-	7,7	6,9	6,9	7,2	12,0	11,6	11,6	11,7
		Ревитаплант Крестоцветные	8,3	7,2	7,4	7,6	12,3	12,6	11,8	12,2
Ксенон	без обработки	-	7,7	7,1	7,0	7,3	10,3	10,0	10,0	10,1
		Ревитаплант Крестоцветные	8,1	7,1	7,3	7,5	10,6	10,6	10,6	10,6
	Карамба	-	7,8	6,8	6,8	7,1	12,6	11,5	12,0	12,1
		Ревитаплант Крестоцветные	7,7	6,7	6,4	6,9	13,3	11,8	12,8	12,7

В вариантах с применением фунгицида Карамба наблюдался рост корневой шейки. В среднем при уходе растений в зимний период на сорте Северянин диаметр составлял 9,5 мм, на гибридах Рохан и Ксенон 11,7 и 12,1 мм соответственно.

Обработка органоминеральным удобрением Ревитаплант Крестоцветные, которое содержит в своем составе широкий перечень необходимых микроэлементов, совместно с росторегулирующим фунгицидом положительно влияла на

накоплении сахаров и питательных элементов в растениях; отмечался эффект снижения роста рапса озимого, выражающийся в том, что растения «прибивало» к поверхности почвы, не давая им перерастать.

При комплексном использовании исследуемых препаратов на сорте Северянин и гибридах Рохан и Ксенон диаметр корневой шейки при уходе в зиму составлял 10,6 мм, 12,2 мм и 12,7 мм соответственно, что на +2,6 мм, +4,2 мм и +4,7 мм больше по сравнению с контрольным вариантом.

Наибольший диаметр корневой шейки был отмечен на гибриде Ксенон в 2021 году (13,3 мм), а наименьший диаметр в 2022 году – на контрольном варианте по сорту Северянин (7,5 мм).

Использование агрохимикатов в технологии выращивания рапса оказало положительный эффект на сохранность растений к уборке и перезимовке растений, а также на количество растений к уборке (прил. 8,9).

Количество растений в среднем по годам исследований по всходам отмечалось на хорошем уровне, стоит отметить, что растения гибридов Рохан и Ксенон уже по всходам демонстрировали лучшие результаты по сравнению с сортом Северянин.

На контрольном варианте было зафиксировано от 77,7 до 79,8 шт./м², тогда как на Рохане и Ксеноне от 80,4 до 82,5 шт./м² и от 84,0 до 85,5 шт./м². После возобновления весенней вегетации количество рапса сократилось из-за частичной гибели растений в зимний период вследствие неблагоприятных условий.

Наименьшее количество растений было отмечено на контрольном варианте – 33,0 шт./м², при этом наибольшее количество – на сорте Северянин в варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 40,9 шт./м², что на 7,9 шт./м² больше контроля.

На гибридах Рохан и Ксенон большее количество растений зафиксировано на вариантах с применением росторегулирующего фунгицида Карамба, использованного в технологии совместно с органоминеральным удобрением. На растениях гибрида Рохан количество растений весной не превышало 43,0 шт./м², на Ксеноне 53,5 шт./м².

Таблица 11 – Полевая всхожесть, густота стояния, сохранность растений озимого рапса в зависимости от изучаемых факторов, среднее за 2021–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка	Некорневая подкормка	Количество растений, шт./м ²			Сохранность растений к уборке, %
			всходы	весной	перед уборкой	
Северянин	Контроль (без обработки)		77,7	33,0	30,3	38,4
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	75,7	35,3	31,7	41,5
	Карамба	-	76,0	38,3	37,8	47,2
		Ревитаплант Крестоцветные	79,8	40,9	41,3	51,7
Рохан	без обработки	-	82,5	36,6	36,2	42,8
		Ревитаплант Крестоцветные	82,0	38,6	37,1	45,6
	Карамба	-	80,4	40,6	39,2	47,8
		Ревитаплант Крестоцветные	81,8	43,0	39,3	50,4
Ксенон	без обработки	-	85,5	43,2	36,2	42,4
		Ревитаплант Крестоцветные	85,0	44,7	38,2	45,0
	Карамба	-	84,0	49,4	42,3	50,6
		Ревитаплант Крестоцветные	84,3	53,5	44,7	52,9

Сохранность на делянках рапса с обработкой Ревитаплант Крестоцветные составила 41,5%, 42,8% и 42,4% по сорту и гибридам, что на +3,1%, +4,4% и +4,0% выше контроля (38,4%). На сохранность в значительной степени оказал влияние препарат Карамба, который повысил количество перезимовавших растений совместно с применением органоминерального удобрения. Сохранность составила 51,7% (Северянин), 50,4% (Рохан) и 52,9% (Ксенон) соответственно, что на +13,3%, +12,0%, +14,5% больше по сравнению с контролем.

Перезимовка растений изменялась по годам исследований, зависела от погодных условий и варианта опыта (табл. 12).

Таблица 12 – Перезимовка растений озимого рапса, %

Сорт / гибрид	Обработка	Некорневая подкормка	2021	2022	2023	Среднее
Северянин	Контроль (без обработки)		37,3	41,2	36,6	38,2
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	43,8	51,7	42,0	45,8
		-	40,9	55,4	41,7	46,0
	Карамба	Ревитаплант Крестоцветные	51,1	57,2	45,0	51,1
-		37,6	49,5	41,9	43,0	
Рохан	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	43,1	51,8	46,4	47,1
		без обработки	40,1	54,7	48,4	47,9
	Карамба	Ревитаплант Крестоцветные	53,1	55,4	49,4	52,6
		-	37,6	55,9	48,2	47,3
Ксенон	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	44,3	60,9	53,4	52,9
		-	51,6	65,2	55,7	57,5
	Карамба	Ревитаплант Крестоцветные	58,5	67,5	63,6	63,2
		-	51,6	65,2	55,7	57,5

Лучшее развитие рапса и сохранность выявлены в 2022 году, когда перезимовка на контрольном варианте зафиксирована в 41,2%, что на 3,0% выше среднегодового значения на контроле – 38,2%.

В 2023 году на контроле к весеннему периоду выжило 36,6%. Наилучший показатель (63,6%) отмечен на гибриде Ксенон при совместном использовании Карамба + Ревитаплант Крестоцветные.

В среднем за 2020–2023 гг. перезимовка растений рапса зависела от варианта исследований (рис. 30).

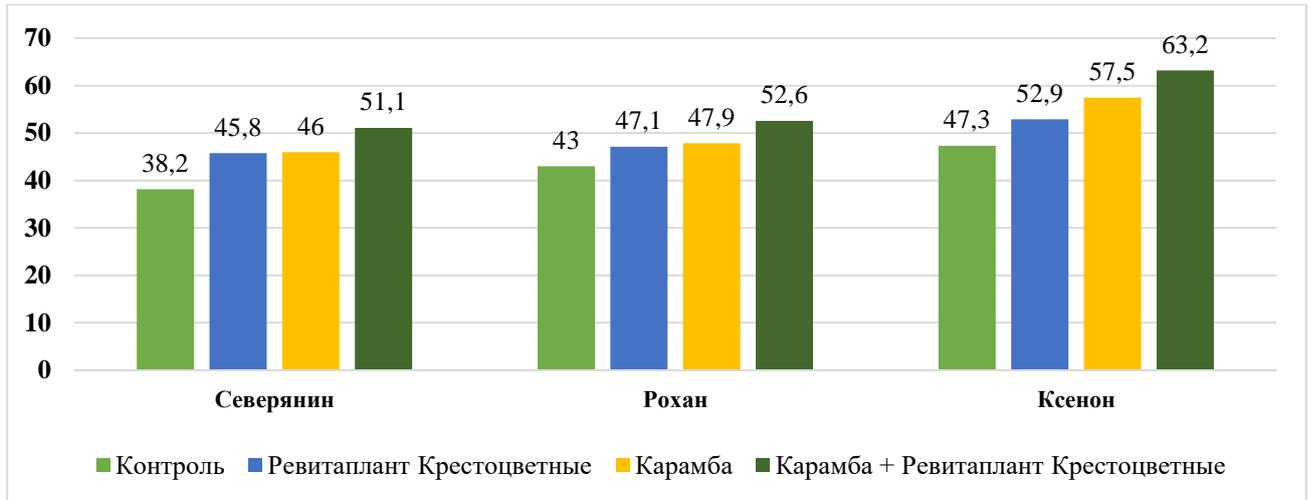


Рисунок 30 – Перезимовка растений озимого рапса, среднее за 2020–2023 гг.

В среднем на контроле перезимовка растений озимого рапса составила 38,2%, на варианте Ревитаплант Крестоцветные – 45,8% (сорт Северянин), 47,1% (Рохан) и 52,9% (Ксенон). Использование в технологии только росторегулирующего фунгицида увеличивало перезимовку на +7,8% (Северянин), +9,7% (Рохан) и 19,3% (Ксенон) к контрольному варианту.

Максимальные результаты перезимовки демонстрировали растения рапса на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные. На сорте Северянин увеличение растений (51,1%) составило +12,9% по отношению к контролю, на гибридах +14,4% (Рохан) и +24,8% (Ксенон) соответственно и составило 51,1% и 63,2%.

Площадь листовой поверхности в опытах изменялась по вариантам. Так, на контрольном варианте площадь листовой поверхности зафиксирована на уровне 31,3 м²/га, тогда как на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные на сорте Северянин площадь листьев составляла 34,2 м²/га, на гибриде Рохан 39,1 м²/га, на гибриде Ксенон – 39,5 м²/га, что на +2,9 м²/га (Северянин), +7,8 м²/га (Рохан), +8,2 м²/га (Ксенон) больше контроля (табл. 13).

В среднем растения рапса озимого на контрольном варианте показали ЧПФ на уровне 3,31 г/м² в сутки. На варианте с применением органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные за счет большей листовой поверхности

ЧПФ был выше контроля, по сорту Северянин $+0,14 \text{ г/м}^2$ в сутки ($3,45 \text{ г/м}^2$ в сутки, Северянин), по гибридам Рохан прибавка составила $+0,59 \text{ г/м}^2$ в сутки ($4,11 \text{ г/м}^2$ в сутки), Ксенону $+0,93 \text{ г/м}^2$ в сутки ($4,47 \text{ г/м}^2$ в сутки).

Таблица 13 – Фотосинтетические показатели растений озимого рапса по вариантам исследования, среднее 2021–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка	Некорневая подкормка	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² × сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки
Северянин	Контроль (без обработки)		31,3	1,94	3,31
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	32,6	2,03	3,45
	Карамба	-	33,4	2,07	3,70
		Ревитаплант Крестоцветные	34,2	2,12	3,92
Рохан	без обработки	-	36,2	2,24	3,78
		Ревитаплант Крестоцветные	36,8	2,29	3,90
	Карамба	без обработки	37,5	2,33	4,02
		Ревитаплант Крестоцветные	39,1	2,43	4,11
Ксенон	без обработки	-	34,5	2,15	3,83
		Ревитаплант Крестоцветные	36,1	2,24	4,24
	Карамба	-	37,8	2,35	4,32
		Ревитаплант Крестоцветные	39,5	2,45	4,47

В среднем фотосинтетический показатель достигал максимальных значений в варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – $2,12 \text{ млн м}^2 \times \text{сут./га}$ ($+0,18 \text{ млн м}^2 \times \text{сут./га}$ – Северянин), $2,43 \text{ млн м}^2 \times \text{сут./га}$ ($+0,49 \text{ млн м}^2 \times \text{сут./га}$ – Рохан), $2,45 \text{ млн м}^2 \times \text{сут./га}$ ($+0,51 \text{ млн м}^2 \times \text{сут./га}$ – Ксенон).

В данных почвенно-климатических условиях растения озимого рапса формировали мощный листовой аппарат, а сумма активных температур была достаточной для активной фотосинтетической деятельности, направленной на формирование генеративных органов в последующих фазах роста и развития.

4.2. Распространенность болезней в агроценозе

Озимый рапс относится к сельскохозяйственным культурам, которые могут существенно поражаться грибковыми, бактериальными и вирусными заболеваниями. При этом в большей степени растения рапса подвержены именно грибковым заболеваниям, так как на их развитие большое влияние оказывают климатические условия, эдафический фон и сортовая устойчивость.

Зафиксировать развитие заболеваний и идентифицировать их можно визуально, за счет проведения фитосанитарного мониторинга посевов.

В среднем по опыту на учетных делянках фиксировались очаги распространения таких заболеваний, как альтернариоз, фузариоз и фомоз, на развитие которых в большей степени оказали влияние варианты опыта.

Было определено развитие и распространенность заболеваний, наилучшие значения получены на вариантах с применением фунгицида с росторегулирующим действием Карамба.

Применяемый в опыте фунгицид с росторегулирующим действием Карамба входит в группу препаратов, направленных на борьбу с заболеваниями растений, а также способствует утолщению главного стебля, формированию листовых пластин с образованием боковых побегов.

Наиболее распространенным заболеванием на посевах рапса является черная пятнистость, или альтернариоз, возбудителем которого являются грибы рода *Alternaria Nees*. Симптомы заболевания проявляются на стеблях, листьях и стручках растений в виде темных зональных пятен размером от 1 до 30 мм. Наибольший вред наносится стручкам, так как при благоприятных погодных условиях развитие болезни происходит быстро, а семена в стручках перестают развиваться, становятся щуплыми.

Данные по развитию и распространенности альтернариозной пятнистости в посевах озимого рапса представлены в таблице 14.

На вариантах без обработок исследуемыми препаратами на растениях наблюдались выраженные признаки развития заболевания. На листьях были от-

мечены пятна дымчатого цвета со светлым ореолом вокруг, продолговатые темные пятна на стеблях. По сорту Северянин развитие альтернариоза составляло 6,8%, гибриду Рохан – 7,2%, гибриду Ксенон – 8,2%; распространенность по сорту – 10,4%, гибридам 10,6 и 8,6% соответственно. На варианте с комплексным использованием фунгицида Карамба совместно с удобрением Ревитаплант Крестоцветные по сорту Северянин – 4,6% (–2,2% к контролю), гибриду Рохан – 4,6% (–2,2% к контролю), гибриду Ксенон – 4,8% (–2% к контролю).

Таблица 14 – Пораженность озимого рапса альтернариозом в опыте, среднее за 2021–2023 гг.

Сорт/ гибрид	Обработка	Некорневая подкормка	Развитие R, %	Распространенность P, %
Северянин	Контроль (без обработки)		6,8	10,4
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	6,4	9,4
		-	5,4	6,6
	Карамба	Ревитаплант Крестоцветные	4,6	5,5
-				
Рохан	без обработки	-	7,2	10,6
		Ревитаплант Крестоцветные	5,2	9,8
	Карамба	без обработки	4,2	6,6
		Ревитаплант Крестоцветные	4,6	6,2
Ксенон	без обработки	-	8,2	8,6
		Ревитаплант Крестоцветные	6,5	8,7
	Карамба	-	5,4	4,3
		Ревитаплант Крестоцветные	4,8	3,7

В период учетов альтернариоза в посевах озимого рапса фиксировалась умеренная распространенность заболевания. В вариантах с фунгицидом Карамба распространенность альтернариоза была на уровне 6,6% по сорту Северянин, 6,6% и 4,3% по гибридам Рохан и Ксенон, что на 3,8% (Рохан) и 6,1% (Ксенон) меньше, чем на контроле (10,4%).

На вариантах с совместным применением фунгицида и удобрения распространенность альтернариозом составляла 5,5% по сорту Северянин, гибридам Рохан – 6,2%, Ксенон – 3,7%. Снижение заболеваемости по отношению к контролю

(10,4%) составило на растениях с Северянином – 4,9%, на Рохане – 4,2% и на Ксеноне – 6,7%.

Во время наблюдений были обнаружены растения с симптомами фузариозного увядания, которое вызывают грибы рода *Fusarium Link*. Опасность заболевания заключалась в поражении растений, которое начиналось сразу после всходов культуры, поражалась корневая шейка, и растение погибало. В фазу стеблевания развитие болезней провоцировало значительную задержку в развитии вплоть до гибели культуры. Возбудитель заболевания может находиться в почве вместе с растительными остатками, ожидая благоприятных погодных условий для развития. Данные по пораженности фузариозом в опыте представлены в таблице 15.

Максимальное развитие заболевания было зафиксировано по вариантам опыта без использования исследуемых препаратов. Так, в варианте без обработки удобрениями и фунгицидом развитие растений рапса сорта Северянин составило 10,4%, гибрида Рохан – 11,6% (+1,2% к контролю), гибрида Ксенон 5,4% (–5,0%).

На вариантах с использованием органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные наблюдалось незначительное снижение уровня развития заболевания, которое составляло к контролю (10,4%) на сорте Северянин –0,2% (10,2%), на гибриде Рохан –1,8% (9,8%), на гибриде Ксенон –5,6% (4,8%).

Снижение уровня развития болезни было отмечено в вариантах с применением препарата Карамба. По вариантам Карамба + Ревитаплант Крестоцветные развитие болезни было отмечено у растений сорта Северянин на уровне – 6,3%, гибрида Рохан – 5,4%, у гибрида Ксенон изменений не выявлено.

На контроле распространенность фузариозного увядания отмечалась максимально в опыте – 5,6%; при этом на делянках с двукратной обработкой органоминеральным удобрением уровень пораженности снижался, на растениях сорта Северянин составил 4,9%, на гибридах Рохан – 4,2% и Ксенон – 2,3%.

В исследованиях выявлены незначительные очаги фомоза, его называют сухой гнилью, возбудителем которого является грибок *Leptosphaeria maculans*. Инфицирование здоровых растений может происходить уже на всходах. Сначала поражаются стебли, затем листья. В фазу формирования стручков растения были

уже существенно поражены, вследствие чего значительно снижались урожай и качество маслосемян озимого рапса. Распространенность и развитие фомоза выявлены в опыте на вариантах без использования фунгицида Карамба (табл. 16).

Таблица 15 – Пораженность озимого рапса фузариозом в опыте, среднее за 2021–2023 гг.

Гибрид / сорт	Обработка	Некорневая подкормка	Развитие R, %	Распространенность P, %
Северянин	Контроль (без обработки)		10,4	5,6
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	10,2	4,9
	Карамба	-	8,4	3,2
		Ревитаплант Крестоцветные	6,3	2,8
Рохан	без обработки	-	11,6	4,8
		Ревитаплант Крестоцветные	9,8	4,2
	Карамба	-	6,8	2,1
		Ревитаплант Крестоцветные	5,2	1,2
Ксенон	без обработки	без обработки	5,4	2,3
		Ревитаплант Крестоцветные	4,8	2,2
	Карамба	-	-	-
		Ревитаплант Крестоцветные	-	-

Таблица 16 – Пораженность озимого рапса фомозом в опыте, среднее за 2021–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка	Некорневая подкормка	Развитие R, %	Распространенность P, %
Северянин	Контроль (без обработки)		2,8	1,8
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	2,2	1,2
	Карамба	-	-	-
		Ревитаплант Крестоцветные	-	-
Рохан	без обработки	-	2,8	1,5
		Ревитаплант Крестоцветные	2,3	1,1
	Карамба	-	-	-
		Ревитаплант Крестоцветные	-	-
Ксенон	без обработки	-	1,8	1,6
		Ревитаплант Крестоцветные	1,2	0,8
	Карамба	-	-	-
		Ревитаплант Крестоцветные	-	-

На контрольном варианте развитие фомоза составило 2,8% при распространенности 1,8%. Отметим, что на варианте без обработки на гибридах Рохан развитие составило 2,8%, распространенность – 1,5%, у Ксенона развитие составило 1,8%, а распространенность – 1,6%. На варианте с применением удобрения Ревитаплант Крестоцветные распространенность и развитие фомоза были на уровне контроля: снижалось на делянках с сортом Северянин на 0,6%, гибридом Рохан – на 0,5%, гибридом Ксенон – на 1,6%, в пределах ошибки опыта.

Констатируем, что использование в технологии выращивания озимого рапса фунгицида Карамба с росторегулирующим эффектом, а также органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные в комплексе и отдельно способствовало снижению уровня развития и распространенности наблюдаемых заболеваний.

4.3. Структура урожая и урожайность озимого рапса в зависимости от действия Карамба и Ревитаплант Крестоцветные

Органоминеральное удобрение и фунгицид с росторегулирующим действием оказали влияние на структуру урожая и урожайность растений рапса озимого. Благодаря применению агрохимикатов растения в стрессовые фазы своего развития, а именно при листообразовании, осенне-зимнем покое и возобновлении весенней вегетации, не испытывали недостатков в элементах питания, дружно развивались и накапливали запасные вещества, формировали вегетативные и генеративные органы.

Высота растений озимого рапса в среднем за годы исследований была отмечена на уровне 122,7–131,7 см (рис. 31).

Высота растений культуры на контроле составила 122,7 см, тогда как на сорте Северянин наиболее высокими растениями выявлен рапс по вариантам Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 131,7 см; Ревитаплант Крестоцветные – 131,1 см. На варианте с действием фунгицида Карамба растения были в среднем на 3,4 см выше контроля (126,1 см).

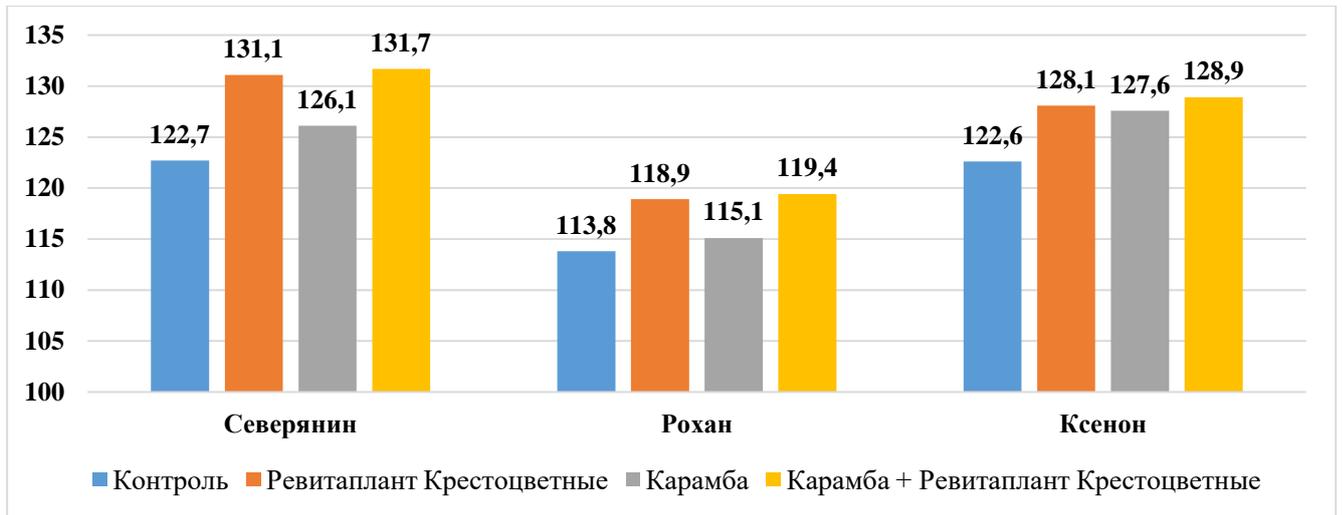


Рисунок 31 – Высота (см) растений озимого рапса в опыте, среднее за 2021–2023 гг.

Наименьшая высота отмечена на гибриде Рохан, что обусловлено в первую очередь особенностями данного гибрида. Высота на вариантах без обработок органоминеральным удобрением составила 113,8 см, Карамба – 115,1 см (+1,3 см.), Ревитаплант Крестоцветные – 118,9 см (+5,1 см.), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 119,4 см (+5,6 см) (рис. 32).



1 – Контроль; 2 – ОраСтарт; 3 – Азотовит + Фосфатовит;
4 – ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит

Рисунок 32 – Типичные растения озимого рапса в зависимости от обработки химическими препаратами (на примере сорта Северянин)

В среднем на варианте без обработок высота гибрида Ксенон составила 122,6 см, применение агрохимикатов не оказало сильного влияния на высоту растений: Карамба – 127,6 см (+ 4,9 см к контролю), Ревитаплант Крестоцветные – 128,1 см (+5,4 см к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 128,9 см (+ 6,2 см к контролю).

Показатель массы 1000 семян у сорта Северянин составил на контроле 3,2 г, на варианте Ревитаплант Крестоцветные 3,3 г, на варианте Карамба – 3,2 г, на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 3,4 г (прил. 10).

Масса 1000 семян на гибридных растениях рапса была больше по сравнению с контрольным вариантом (3,2 г).

По растениям гибрида Рохан масса 1000 семян по вариантам варьировала от 3,7 г (вариант Карамба, + 0,5 г контролю) до 3,9 г (Карамба + Ревитаплант, + 0,7 г к контролю). На варианте без обработок агрохимикатом масса 1000 семян составила 3,8 г (+ 0,6 г к контролю), с применением Ревитаплант Крестоцветные – 3,9 г (+ 0,7 г к контролю).

На делянках с гибридом Ксенон установлена наибольшая масса 1000 семян, на вариантах без обработки – 3,9 г (+ 0,7 г к контролю), с применением Ревитаплант Крестоцветные – 4,0 г (+0,8 г к контролю), с применением Карамба – 4,0 (+0,8 г к контролю), с применением Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 4,0 (+0,8 г к контролю).

Число семян в стручке изменялось не сильно, на контрольном варианте зафиксировано в среднем за 2020–2023 гг. – 21,2 штуки, тогда как на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 22,3 штуки.

Наименьшее число семян установлено на гибриде Ксенон на варианте без обработок (20,6 шт.), при этом наибольшее число семян зафиксировано на гибриде Рохан на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 24,1 шт.

Наибольшее влияние на урожайность культуры оказали масса 1000 семян и количество продуктивных стручков на одно растение.

На контрольном варианте по годам исследований зафиксировано среднее число стручков на одно растение на уровне 91,9 шт. На сорте Северянин

наибольшее число стручков отмечено на варианте с препаратами Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 104,1 шт./раст., прибавка составила 12,2 шт./раст., при этом на вариантах Карамба и Ревитаплант Крестоцветные прибавка к контролю составила 8,8 шт./раст. и 5,0 шт./раст. соответственно.

Растения рапса гибрида Рохан имели наибольшее число стручков, количество их составило 125,3 шт./раст. на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные, прибавка к контролю 33,4 шт./раст. На гибриде Ксенон наилучший результат установлен на уровне 121,1 шт./раст., прибавка к контролю – 29,2 шт./раст. (табл. 17).

Урожайность растений озимого рапса варьировалась по годам исследований в зависимости от изучаемых факторов (табл. 18, прил. 11-13).

В 2021 году урожайность рапса составляла от 1,52 т/га (контроль) до 3,36 т/га (гибрид Ксенон, вариант Карамба + Ревитаплант Крестоцветные). На сорте Северянин максимальная урожайность получена на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 2,19 т/га. На варианте с гибридом Рохан урожайность варьировалась на вариантах: без обработок от 1,99 т/га, до 2,64 т/га Карамба + Ревитаплант Крестоцветные, прибавка к контролю 0,47 т/га и 1,12 т/га соответственно.

В 2022 году растения гибрида Ксенон вновь продемонстрировали высокую продуктивность: так, наибольшая урожайность получена на варианте Карамба – 3,48 т/га (+1,75 т/га к контролю), на гибриде Рохан наибольшая урожайность составила 3,35 т/га (+1,63 т/га к контролю) на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные. На сорте Северянин наибольшая урожайность также отмечена на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 2,33 т/га (+ 0,61 т/га к контролю).

В 2023 году урожайность находилась на уровне предыдущих годов. На контрольном варианте она составила 1,73 т/га, тогда как наибольшая урожайность отмечена на гибриде Ксенон – 2,98 т/га, варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные (+1,25 т/га к контролю).

В среднем по годам исследований растения рапса оставались дружными, а урожайность находилась на стабильно высоком уровне для почвенно-климатических условий Нечерноземной зоны России.

Таблица 17 – Структура урожая рапса озимого, среднее за 3 года (2020–2023 гг.)

Сорт	Обработка	Некорневая подкормка	Число стручков, шт./ растении				Число семян в стручке, шт.				Масса 1000 семян, г			
			A	B	C	ABC	A	B	C	ABC	A	B	C	ABC
Северянин	Контроль (без обработки)		91,9				21,2				3,2			
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	96,9				22,0				3,3			
		-	100,7				21,6				3,2			
	Карамба	Ревитаплант Крестоцветные	104,1				22,3				3,4			
-		107,1				21,7				3,8				
Рохан	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	115,5				23,3				3,9			
		-	118,8				23,6				3,7			
	Карамба	Ревитаплант Крестоцветные	125,3				24,1				3,9			
		-	103,2				20,6				3,9			
Ксенон	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	113,6				21,9				4,0			
		без обработки	114,5				21,8				4,0			
	Карамба	Ревитаплант Крестоцветные	121,1				22,7				4,0			
		-	103,2				20,6				3,9			
НСР ₀₅ по фактору			A	B	C	ABC	A	B	C	ABC	A	B	C	ABC
2021 г.			2,57	2,09	2,09	5,13	1,14	0,93	0,93	2,28	0,24	0,20	0,20	0,49
2022 г.			5,86	4,79	4,79	11,72	2,48	2,03	2,03	4,97	0,15	0,13	0,13	0,31
2023 г.			12,54	10,24	10,24	25,08	1,05	0,86	0,86	2,10	0,16	0,13	0,13	0,32

Таблица 18 – Урожайность озимого рапса в зависимости от варианта исследования,

среднее за 2021–2023 гг.

Сорт	Обработка	Некорневая подкормка	Урожайность, т/га				Прибавка	
			2021	2022	2023	Среднее	т/га	%
Северянин	Контроль (без обработки)		1,52	1,72	1,73	1,66	-	-
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	1,63	1,84	1,87	1,79	+0,13	+7,8
	Карамба	-	1,91	2,19	2,16	2,09	+0,43	+25,9
		Ревитаплант Крестоцветные	2,19	2,33	2,54	2,36	+0,70	+42,1
Рохан	без обработки	-	1,99	2,66	2,09	2,25	+0,59	+35,5
		Ревитаплант Крестоцветные	2,19	2,97	2,50	2,56	+0,90	+54,2
	Карамба	-	2,49	3,25	2,85	2,87	+1,21	+72,8
		Ревитаплант Крестоцветные	2,64	3,35	2,96	2,99	+1,33	+80,1
Ксенон	без обработки	-	2,10	2,61	2,50	2,41	+0,75	+45,1
		Ревитаплант Крестоцветные	2,57	2,92	2,70	2,73	+1,07	+64,4
	Карамба	-	2,90	3,48	2,82	3,07	+1,41	+84,9
		Ревитаплант Крестоцветные	3,36	3,43	2,98	3,26	+1,60	+96,3
НСР ₀₅ А			0,28	0,38	0,25			
НСР ₀₅ В			0,23	0,31	0,21			
НСР ₀₅ С			0,23	0,31	0,21			
НСР ₀₅ АВС			0,56	0,76	0,50			

Урожайность на контрольном варианте в 2021–2023 гг. составила 1,66 т/га.

На варианте с применением в технологии выращивания рапса органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные средняя урожайность по сорту и гибридам составила 1,79 т/га (Северянин), 2,56 т/га (Рохан), 2,73 т/га (Ксенон), прибавка к контролю составила +0,13 т/га (Северянин), +0,90 т/га (Рохан) и +1,07 т/га (Ксенон) соответственно.

На варианте с применением росторегулирующего фунгицида Карамба урожайность по сорту и гибридам составляла 2,09 т/га (Северянин), 2,87 т/га (Рохан) и 3,07 т/га (Ксенон) соответственно, а прибавка к контролю составляла +0,43 т/га (Северянин), +1,21 т/га (Рохан), +1,41 т/га (Ксенон). Наибольшая урожайность в

опыте установлена в варианте с комплексным применением исследуемых препаратов Карамба + Ревитаплант Крестоцветные, по сорту Северянин – 2,36 т/га, прибавка к контролю + 0,70 т/га, на гибридах Рохан и Ксенон – 2,99 т/га и 3,26, а прибавка к контролю составила +1,33 т/га (Рохан) и +1,60 т/га (Ксенон).

Для определения влияния элементов структуры урожая на урожайность озимого рапса в зависимости от изучаемых органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные и фунгицида с росторегулирующим действием Карамба были проведены корреляционно-регрессионные анализы (рис. 33, 34, 35).

Переменные: y – урожайность в т/га, x_1 – количество стручков на 1 растение, шт., x_2 – густота стояния растений перед уборкой, шт./м².

Парные коэффициенты корреляции в варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные по сорту Северянин (r):

$$r_{yx_1} = 0,865; r_{yx_2} = 0,856; r_{x_1x_2} = 0,693.$$

Значения парного коэффициента корреляции свидетельствуют о умеренной линейной связи между количеством стручков с одного растения и густотой растений перед уборкой.

$$\text{Уравнения линейной регрессии: } Y = -0,6879 + 0,01389X_1 + 0,03669X_2$$

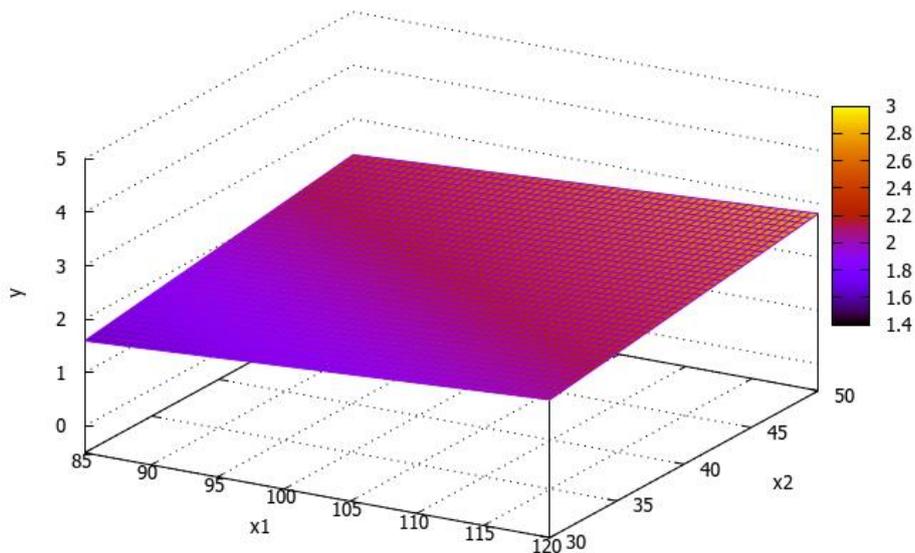


Рисунок 33 – Множественная регрессия зависимости урожайности от числа стручков и густоты стояния, вариант Карамба + Ревитаплант Крестоцветные по сорту Северянин

При расчете наблюдаемых значений t -статистики было установлено, что $t_{\text{набл}} > t_{\text{крит}}$, что позволяет отклонить гипотезу о равенстве 0 коэффициента корреляции, а значит, показывать коэффициент корреляции как статистически значимый.

Относительная ошибка аппроксимации (A) = 3,26%.

При расчете частных коэффициентов эластичности, которые показывают, на сколько процентов в среднем изменялась урожайность озимого рапса при воздействии исследуемых препаратов с увеличением количества стручков на 1 растение и густотой культуры на 1% от среднего уровня.

При изменении количества стручков на одном растении и густоты стояния перед уборкой на 1% урожайность увеличивалась на 0,637 и 0,654% соответственно, при этом частный коэффициент эластичности в обоих факторах $|E_1| < 1$, что свидетельствует о незначительном влиянии на урожайность.

Расчет коэффициента множественной корреляции ($R = 0,9351$) показал сильную связь между урожайностью и исследуемыми элементами структуры урожая.

Коэффициент детерминации составил: $R^2 = 0,9351^2 = 0,8744$.

Проверку общего качества уравнения множественной регрессии проводили с помощью расчета критерия Фишера. Если $F < F_{\text{кр}} = F_{\alpha; n-m-1}$, то нет оснований для отклонения гипотезы H_0 .

Критерий Фишера составил $F=31,332$, он больше $F_{\text{кр}}$ (4,2565), что показывает коэффициент детерминации статистически значимым, а уравнение регрессии надежным.

При полученном уровне множественной регрессии увеличение количества стручков на одном растении на одну единицу измерения приводит к увеличению урожайности растений в среднем на 0,0139, увеличение же растений на 1 м^2 перед уборкой увеличивало урожайность в среднем на 0,0367. Максимальный коэффициент $\beta_1=0,523$ позволяет сделать вывод о том, что при совместном применении препаратов Карамба + Ревитаплант Крестоцветные на урожайность в большей степени влияло количество стручков на одном растении. Статистическая значи-

мость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера.

Установлено, что 87,44% общей вариабельности урожайности объясняется изменением количества стручков на одном растении и густотой стояния перед уборкой, в расчетах все коэффициенты $|r| < 0.7$, что свидетельствует об отсутствии мультиколлинеарности факторов.

В варианте Ревитаплант Крестоцветные по гибриду Рохан уравнение регрессии: $Y = -1,6351 + 0,02232X_1 + 0,04469X_2$

Парные коэффициенты корреляции (r):

$$r_{yx_1} = 0,747; r_{yx_2} = 0,669; r_{x_1x_2} = 0,197$$

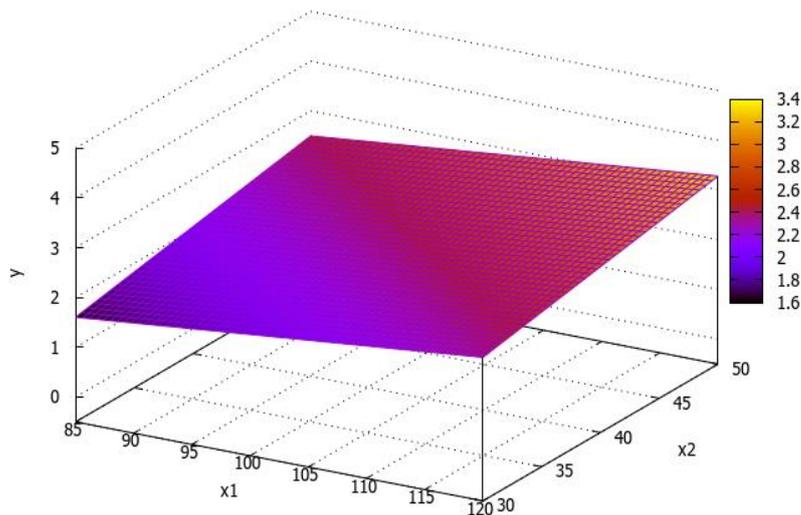


Рисунок 34 – Множественная регрессия зависимости урожайности от числа стручков и густоты стояния, вариант Ревитаплант Крестоцветные по гибриду Рохан

Значения парного коэффициента указывают на сильную линейную связь между урожайностью и количеством стручков, умеренную линейную связь между урожайностью и густотой стояния культуры к уборке и низкую линейную связь между количеством стручков на одно растение и густотой стояния культуры перед уборкой.

Наблюдаемое значение t-статистики для gx_1 равнялось 3,55, для $gx_2 = 2,84$, так как $t_{набл} > t_{крит}$, то коэффициент корреляции статистически значим.

Средняя ошибка аппроксимации (A) = 5,11%.

При изменении количества стручков на одном растении на 1% урожайность возрастала на 1,008%, так как частный коэффициент эластичности $|E_1| > 1$, то в данном варианте количество стручков существенно влияло на урожайность культуры, при этом при расчете коэффициента эластичности в зависимости от густоты стояния он был меньше 1 и составил 0,632, что показывает незначительное влияние фактора на результативный признак.

Коэффициент множественной корреляции (R) = 0,9168 характеризует сильную связь между урожайностью и элементами структуры урожая.

Коэффициент детерминации (R^2) = 0,8406.

При проверке общего качества уравнения множественной регрессии было установлено, что $F > F_{кр}$, $23,726 > 4,2565$, следовательно, коэффициент детерминации статистически значим и уравнение регрессии статистически надежно.

При интерпретации полученной модели уравнения регрессии увеличение количества стручков на 1 штуку будет приводить к увеличению урожайности в среднем на 0,0223 т/га, а при возрастании количества растений перед уборкой на 1 раст./м² способствовать увеличению урожайности на 0,0447 т/га.

Статистическая значимость проверена коэффициентом детерминации и критерия Фишера, 84,06% общей вариабельности урожайности зависит от исследуемых факторов, мультиколлинеарность отсутствует.

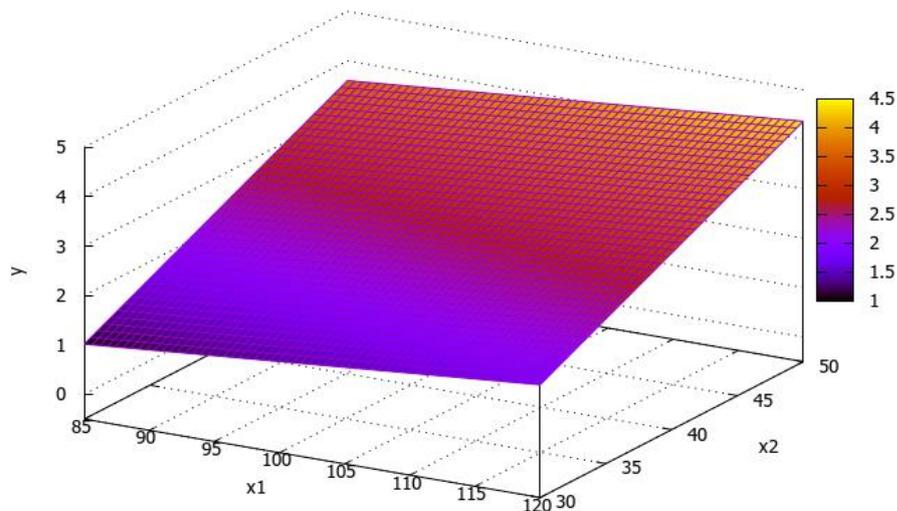


Рисунок 34 – Множественная регрессия зависимости урожайности от числа стручков и густоты стояния, вариант Ревитаплант Карамба по гибриду Ксенон

При анализе варианта с опыта с использованием фунгицида Карамба на гибриде Ксенон было получено уравнение регрессии:

$$Y = -4.7203 + 0.02188X_1 + 0.1292X_2$$

Парные коэффициенты корреляции (r):

$$r_{yx_1} = 0,788; r_{yx_2} = 0,839; r_{x_1x_2} = 0,494$$

Значения парного коэффициента корреляции показывают сильную линейную связь между x_1 и y и x_2 и y , при этом между x_1 и x_2 сильной линейной связи не фиксировалось. Наблюдаемые значения t-статистики для $r_{x_1} = 4,04$, для $r_{x_2} = 4,88$, коэффициент корреляции статистически значим.

Средняя ошибка аппроксимации (A) = 6,14%. Коэффициенты эластичности показывают, на сколько процентов в среднем изменялась урожайность в зависимости от увеличения количества стручков на одном растении и густоты стояния перед уборкой, $E_1=0,84$, $E_2=1,699$, так как $|E| > 1$, то признаки существенно влияли на формирование урожайности растений озимого рапса.

Коэффициент множественной корреляции (R) = 0,9428, коэффициент детерминации (R^2) = 0,8889, и так как коэффициент находится вблизи от 1, можно сделать вывод о сильной связи между урожайностью и изучаемыми элементами структуры урожая. При проверке гипотез относительно коэффициентов управления регрессии статистическая значимость b_0 , b_1 , b_2 подтверждается.

F-статистика по критерию Фишера равнялась 36,012, фактическое значение было больше табличного значения – коэффициент детерминации статистически значим, а уравнение регрессии статистически надежно.

По уравнению регрессии увеличение на одну единицу измерения количества стручков на растении приводит к увеличению урожайности на 0,0219 единицы измерения, тогда как увеличение на одну единицу измерения количества растений перед уборкой увеличивало урожайность на 0,129 единицы измерения в среднем.

Статистическая значимость уравнения была проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что 88,89% общей вариабельности урожайности в варианте с применением в технологии возделывания

рапса озимого фунгицида с росторегулирующим действием Карамба объясняется изменением элементов структуры урожая. Параметры модели статистически значимы, мультиколлинеарность факторов отсутствовала.

Таким образом, урожайность озимого рапса зависела от основных элементов структуры урожая, на которую оказывали достоверное влияние фунгицид Карамба и органоминеральное удобрение Ревитаплант Крестоцветные.

4.4. Качество озимого рапса

В опытах масличность семян рапса озимого варьировалась от 43,3 до 48,6 %. В среднем на контроле масличность в семенах сорта Северянин составила 43,3%, на вариантах с обработкой Ревитаплант Крестоцветные – 46,8% (+3,4% к контролю), Карамба – 43,4% (+0,1% к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 45,1% (+1,8% к контролю) (рис. 36).

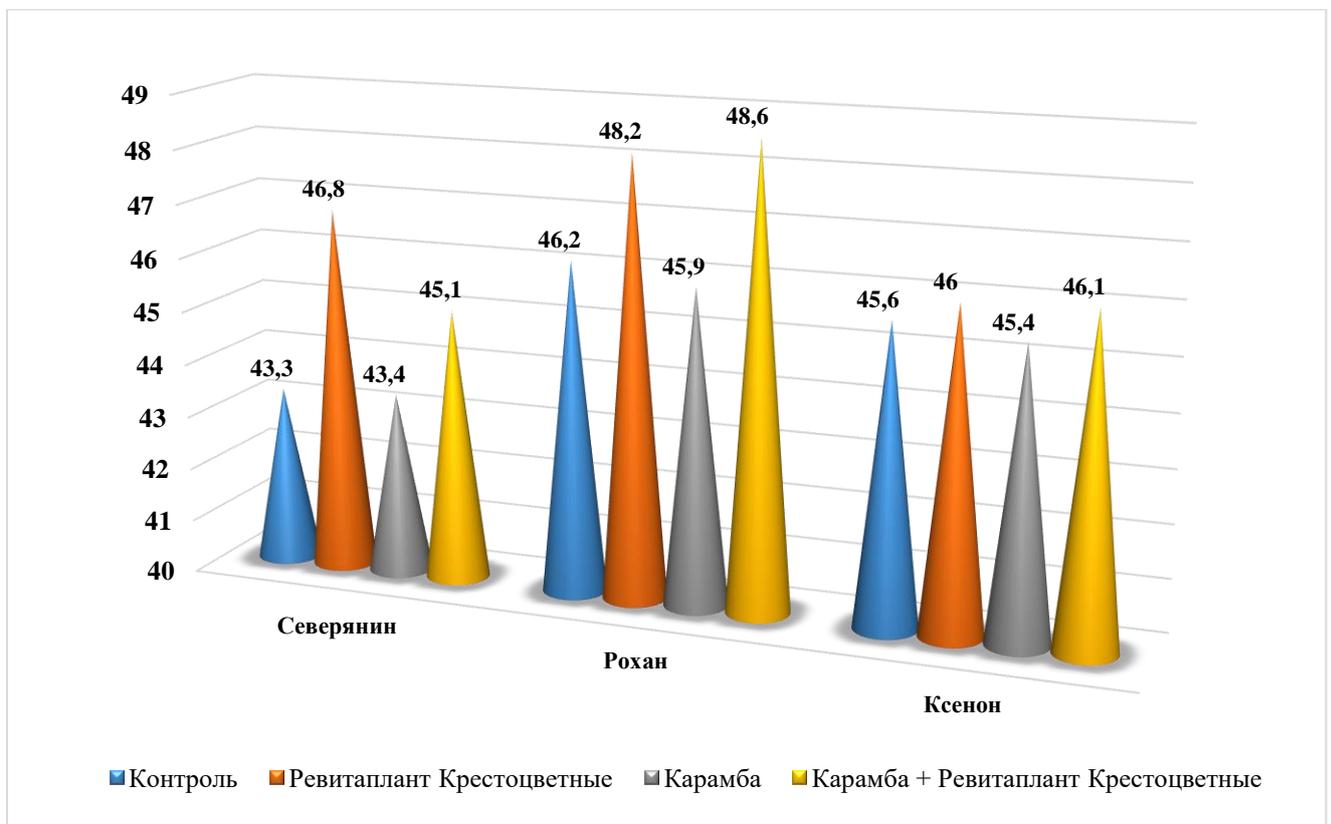


Рисунок 36 – Масличность семян рапса озимого в зависимости от факторов, среднее за 2021–2023 гг., %

Таблица 19 – Жирнокислотный состав озимого рапса в зависимости от факторов, среднее за 2021–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка	Некорневая подкормка	Масличность, %	Кислота, %						
				ОЛЕИНО- вая	ЛИНОЛЕ- вая	ПАЛЬМИ- ТИНОВАЯ	СТЕАРИ- НОВАЯ	ЭРУКО- ВАЯ	ЛИНОЛЕ- НОВАЯ	ГОНДОЙ- НОВАЯ
Северянин	Контроль (без обработки)		43,3	65,0	16,6	2,8	0,8	0,08	8,6	0,9
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	46,8	66,8	18,2	2,9	0,9	0,06	8,7	1,1
	Карамба	-	43,4	65,2	17,2	2,8	0,9	следы	8,7	1,0
		Ревитаплант Крестоцветные	45,1	67,2	18,4	2,9	0,9	0,05	8,7	1,1
Рохан	без обработки	-	46,2	66,7	17,8	2,9	1,7	0,06	9,2	1,1
		Ревитаплант Крестоцветные	48,2	64,3	18,2	3,1	1,8	0,07	9,9	1,1
	Карамба	-	45,9	65,7	17,7	2,7	1,8	следы	8,6	1,1
		Ревитаплант Крестоцветные	48,6	62,6	19,5	3,7	1,9	0,05	9,8	1,1
Ксенон	без обработки	-	45,6	65,6	17,6	2,7	1,6	следы	9,5	1,2
		Ревитаплант Крестоцветные	46,0	65,2	18,8	3,3	1,9	следы	8,6	1,3
	Карамба	-	45,4	65,5	17,6	2,9	1,7	следы	8,7	1,2
		Ревитаплант Крестоцветные	46,1	64,5	19,4	2,6	1,9	следы	9,1	1,9

В семенах гибрида Рохан масличность изменялась в зависимости от варианта: без обработки – 46,2% (+2,9% к контролю), Ревитаплант Крестоцветные – 48,2% (+4,9% к контролю), Карамба – 45,9% (+ 2,6% к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 48,6% (+5,3% к контролю) (табл. 19).

Масличность семян гибрида Ксенон зависела от варианта: без обработки – 45,6% (+2,3% к контролю), Ревитаплант Крестоцветные – 46,0% (+2,7% к контролю), Карамба – 45,4% (+2,1 к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 46,1% (+2,8 к контролю).

Максимальные показатели масличности отмечены на вариантах Северянин + Ревитаплант Крестоцветные – 46,8% (+3,5% к контролю); Ревитаплант Рохан + Крестоцветные – 48,2% (+4,9% к контролю) и Рохан + Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 48,6% (+5,3% к контролю); Ксенон + Карамба + Крестоцветные – 46,1% (+2,8% к контролю).

Жирнокислотный состав семян характеризовался различным содержанием высокомолекулярных ненасыщенных кислот. В среднем за годы было установлено, что содержание эруковой кислоты в семенах растений находилось в виде следов (до 0,08%). Содержание олеиновой кислоты по вариантам с сортом Северянин изменялось от 65,0 до 67,2%, Рохан – от 62,6 до 66,7%, Ксенон – от 65,2 до 65,6%. В опыте обработка исследуемыми агрохимикатами не оказала существенного влияния на олеиновую кислоту.

Обработка растений исследуемыми препаратами Карамба и Ревитаплант Крестоцветные на гибридах Рохан и Ксенон не влияла на содержание олеиновой кислоты, на растениях сорта Северянин по этим вариантам количество олеиновой кислоты возросло на +1,8% (Ревитаплант Крестоцветные – 66,8%) и +2,2 % (Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 67,2%) по сравнению с исходным контрольным показателем (65,0%).

Заключение к главе 4. Использование органоминерального удобрения и фунгицида с росторегулирующим эффектом при выращивании озимого рапса способствовало более активному росту растений, формированию боковых ветвей, количества стручков, густоты стояния перед уборкой, сохранности, перезимовки.

Фунгицид с росторегулирующим действием Карамба при применении в осенний период в фазу развития 6–8 настоящих листьев в дозе 1,0 л/га оказал воздействие на агроценозы рапса за счет накопления питательных веществ в прикорневой части растений за счет развития корневой шейки. На варианте при комплексном применении фунгицида Карамба и органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные диаметр корневой шейки при уходе в зиму составлял 10,6 мм (Северянин), 12,2 мм (Рохан) и 12,7 мм (Ксенон) соответственно, что на +2,6 мм, +4,2 мм и +4,7 мм превышало контроль. Использование в технологии только фунгицида с росторегулирующим действием Карамба повышало перезимовку растений на +7,8% (46,0% – Северянин), +9,7% (47,9% – Рохан) и +19,3% (57,5 % – Ксенон) в среднем в 2021–2023 гг.

Наибольшая урожайность в опыте установлена в варианте с комплексным применением препаратов Карамба + Ревитаплант Крестоцветные, по сорту Северянин – 2,36 т/га, прибавка к контролю + 0,70 т/га, на гибридах Рохан и Ксенон – 2,99 т/га и 3,26 т/га, где прибавка к контролю составила +1,33 т/га (Рохан) и +1,60 т/га (Ксенон) соответственно.

ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОГО РАПСА

5.1. Биоэнергетическая оценка возделывания озимого рапса

Биоэнергетическая оценка показывает эффективность применяемых элементов в технологической схеме возделывания.

Выход энергии с урожаем культуры рассчитывали по средней калорийности семян рапса 495 ккал в 100 г семян с переводом в МДж, затраты энергии на производство семян проводили по каждой технологической операции согласно методикам.

Расчёты по основным статьям энергетических затрат представлены в таблице 20 по контрольному (базовому) варианту на полученную урожайность в 1,69 т/га.

Таблица 20 – Энергетический анализ базовой технологии возделывания рапса озимого

№ п/п	Статья затрат энергии	Мдж/га	%
1	Техника, всего:	5079,2	29,7
	а) тракторы, комбайны и с.-х. машины	5067,5	29,6
	б) автотранспорт	11,7	0,1
2	Человеческий труд	6,3	1,1
3	Топливо, всего:	2500,7	14,6
	а) при работе тракторов и комбайнов	2071,1	12,1
	б) на автоперевозки	429,6	2,5
4	Удобрения минеральные, всего:	7009,2	40,1
	а) азотные	3229,5	18,9
	б) сложные	3700	21,2
5	Пестициды, всего:	1880,0	11,0
	а) гербициды	1825,2	10,6
	б) инсектициды	54,7	0,4
6	Электроэнергия	3,6	0,1
7	Семена	579,8	3,4
	Итого:	17058,8	100

Анализ затрат энергии на выращивание озимого рапса на семена включал в себя оценку основных технологических операций по подготовке почвы, посеву культуры, уходу за посевами и уборке.

Всего на получение семян рапса на контрольном варианте было затрачено 17058,8 Мдж/га энергии, самыми затратными были операции, связанные с сельскохозяйственной и дорожной техникой (5079,2 Мдж/га), – 29,7% от общих затрат энергии, затраты на топливо (2500,7 Мдж/га) составили 14,5%, что в сумме равно 44,2%.

Весомую часть от суммы энергетических затрат составили удобрения, в том числе азотные и сложные (7009,2 Мдж/га) – 40,1%.

Таким образом, на ГСМ, технику и удобрения приходилась большая часть затрачиваемой энергии – 84,3%, остальные 15,7% были затрачены на живой труд, посевной материал, средства защиты и потраченную электроэнергию.

В опыте с применением в технологии возделывания озимого рапса микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит и микроудобрения Рауактив на фоне предпосевной обработки выход энергии в Мдж/га зависел от полученной урожайности на каждом варианте. На контрольном варианте затрачено 17058,8 Мдж/га при совокупном выходе энергии в 34999,9 Мдж/га и чистом энергетическом доходе в 17941,1 Мдж/га.

Максимальный выход энергии на сорте Северянин установлен при предпосевной обработке ОраСтарт и микроудобрением Рауактив, на уровне 49496,9 Мдж/га, при этом чистый энергетический доход был наибольшим по сравнению с другими вариантами на сорте – 30669,5 Мдж/га (+ 12728,4 Мдж/га к контролю).

При обработке Азотовит + Фосфатовит энергетический доход был равен 26892,5 Мдж/га (+8950,9 Мдж/га к контролю) при затратах в 18462,4 Мдж/га.

При обработке агрохимикатами ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит энергетический доход составил 27424,7 Мдж/га (+9483,6 Мдж/га к контролю) при затратах 20415,4 Мдж/га. В остальных вариантах энергетический доход был ниже (табл. 21).

На растениях гибрида Мерседес валовый выход энергии варьировался по вариантам от 47011,7 Мдж/га (без обработки) до 64615,2 Мдж/га (ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит). На вариантах без применения препарата ОраСтарт чи-

стый энергетический доход составил: без обработки – 29952,9 Мдж/га, Фосфатовит – 41136,3 Мдж/га, Фосфатовит – 37394,4 Мдж/га, Азотовит + Фосфатовит – 42364,8 Мдж/га, Рауактив – 36833,3 Мдж/га.

Таблица 21 – Выход, затраты и чистый доход энергии выращивания рапса озимого в зависимости от предпосевной обработки, микробиологических удобрений и микроудобрения, среднее за 2021–2023 гг.

Сорт / гибрид	Обработка семян	Вариант обработки	Средняя урожайность за 3 года, т/га	Выход энергии с урожаем основной продукции, МДж/га	Затраты техногенной энергии, МДж/га	Чистый энергетический доход, МДж/га	
Северянин	Контроль (без обработки)		1,69	34999,9	17058,8	17941,1	
	без обработки	Азотовит	1,92	39763,2	18108,4	21654,8	
		Фосфатовит	1,76	36449,6	18108,4	18341,2	
		Азотовит + Фосфатовит	2,19	45354,9	18462,4	26892,5	
		Рауактив	2,07	42869,7	18111,4	24758,3	
	ОраСтарт, 1,0 л/т	-		1,95	40384,5	17940,4	22444,1
		Азотовит		2,20	45562,0	18825,4	26736,6
		Фосфатовит		2,04	42248,4	18826,4	23422,0
		Азотовит + Фосфатовит		2,31	47840,1	20415,4	27424,7
		Рауактив		2,39	49496,9	18827,4	30669,5
Мерседес F1	без обработки	-		2,27	47011,7	17058,8	29952,9
		Азотовит		2,81	58195,1	17058,8	41136,3
		Фосфатовит		2,68	55502,8	18108,4	37394,4
		Азотовит + Фосфатовит		2,92	60473,2	18108,4	42364,8
		Рауактив		2,67	55295,7	18462,4	36833,3
	ОраСтарт, 1,0 л/т	-		2,41	49911,1	18111,4	31799,7
		Азотовит		2,73	56538,3	17940,4	38597,9
		Фосфатовит		2,55	52810,5	18825,4	33985,1
		Азотовит + Фосфатовит		3,12	64615,2	18826,4	45788,8
		Рауактив		2,81	58195,1	20415,4	37779,7

Наибольший чистый энергетический доход отмечен по вариантам с использованием препарата ОраСтарт – 31799,4 Мдж/га, ОраСтарт + Азотовит – 38597,9 Мдж/га, ОраСтарт + Фосфатовит – 33985,1 Мдж/га, ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 45788,8 Мдж/га, ОраСтарт + Рауактив – 37779,7 Мдж/га.

Биоэнергетическая эффективность варьировалась от 2,0 до 3,4. Наименьший средний уровень энергетической эффективности установлен на вариантах: кон-

троль – 2,0 и Фосфатовит – 2,0. При этом большинство вариантов находилось именно в средних пределах от 2,0 до 3,0 (рис. 37, 38).

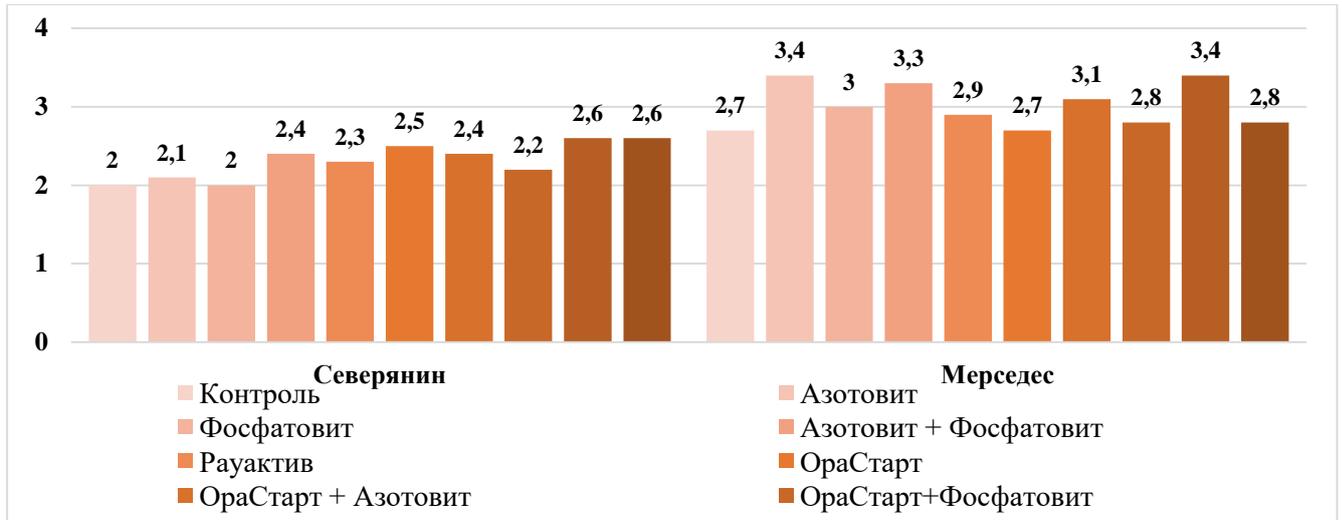


Рисунок 37 – Биоэнергетический коэффициент посевов озимого рапса

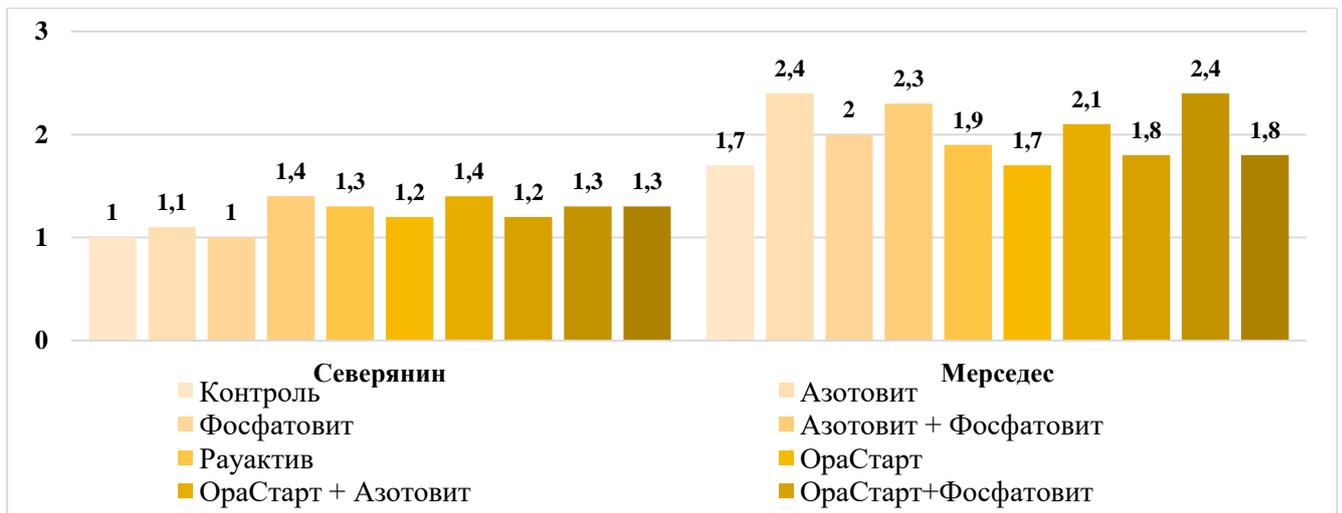


Рисунок 38 – Коэффициент энергетической эффективности посевов озимого рапса

Высокая энергетическая эффективность выращивания рапса озимого на семена была зафиксирована в вариантах только на гибриде Мерседес. По вариантам она составила: Фосфатовит – 3,0 (чистый энергетический доход 37394,4 Мдж/га), ОраСтарт + Азотовит – 3,1 (чистый энергетический доход 38597,9 Мдж/га), Азотовит + Фосфатовит – 3,3 (чистый энергетический доход 42364,8 Мдж/га), Азотовит – 3,4 (чистый энергетический доход 41136,3 Мдж/га), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 3,4 (чистый энергетический доход 45788,8 Мдж/га).

Биоэнергетические показатели в опыте по изучению продуктивности рапса озимого в зависимости от действия органоминерального удобрения и фунгицида представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Выход, затраты и чистый доход энергии выращивания рапса озимого в зависимости от органоминерального удобрения и фунгицида

Сорт / гибрид	Обработка	Некорневая подкормка	Средняя урожайность за 3 года, т/га	Выход энергии с урожаем основной продукции, МДж/га	Затраты техногенной энергии, МДж/га	Чистый энергетический доход, МДж/га
Северянин	Контроль (без обработки)		1,66	34378,6	17058,8	17319,8
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	1,79	37070,9	18118,4	18952,5
	Карамба	-	2,09	43283,9	18119,4	25164,5
		Ревитаплант Крестоцветные	2,36	48875,6	18472,4	30403,2
Рохан	без обработки	-	2,25	46597,5	17058,8	29538,7
		Ревитаплант Крестоцветные	2,56	53017,6	18118,4	34899,2
	Карамба	-	2,87	59437,7	18119,4	41318,3
		Ревитаплант Крестоцветные	2,99	61922,9	18472,4	43450,5
Ксеон	без обработки	-	2,41	49911,1	17058,8	32852,3
		Ревитаплант Крестоцветные	2,73	56538,3	18118,4	38419,9
	Карамба	-	3,07	63579,7	18119,4	45460,3
		Ревитаплант Крестоцветные	3,26	67514,6	18472,4	49042,2

Выход энергии на сорте Северянин составил на контрольном варианте 34378,6 МДж/га, чистый энергетический доход 17319,8 МДж/га, а затраты энергии 17058,8 МДж/га при урожайности 1,66 т/га.

Наибольшие экономические затраты на выращивание рапса были отмечены на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 18472,4 МДж/га при урожайности 2,36 т/га, общий выход энергии составил 48875,6 МДж/га.

На гибриде Рохан чистый энергетический доход по вариантам превышал контрольный, таким образом было установлено, что: без обработок – 29538,7 МДж/га (+12218,9 МДж/га к контролю); Ревитаплант Крестоцветные – 34899,2 МДж/га (+17579,4 МДж/га к контролю); Карамба – 41318,3 МДж/га (+23998,5

Мдж/га к контролю); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 43450,5 Мдж/га (+26130,7 Мдж/га к контролю).

Растения на гибриде Ксенон характеризовались как наиболее энергетически продуктивные. Так, по вариантам опыта выход энергии с урожаем основной продукции в среднем по вариантам составил: без обработки – 49911,1 Мдж/га (+15532,5 Мдж/га к контролю), Ревитаплант Крестоцветные – 56538,3 Мдж/га (+22159,7 Мдж/га к контролю), Карамба – 63579,7 Мдж/га (+29201,1 Мдж/га к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 67514,6 Мдж/га (+33136,0 Мдж/га к контролю).

Наибольший чистый энергетический доход зафиксирован в варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 30403,2 Мдж/га (Северянин), 43450,5 Мдж/га (Рохан), 49042,2 Мдж/га (Ксенон), прибавка к контролю составила +13083,4 Мдж/га (Северянин), + 26130,7 Мдж/га (Рохан), +31722,4 (Ксенон) (рис. 39, 40).

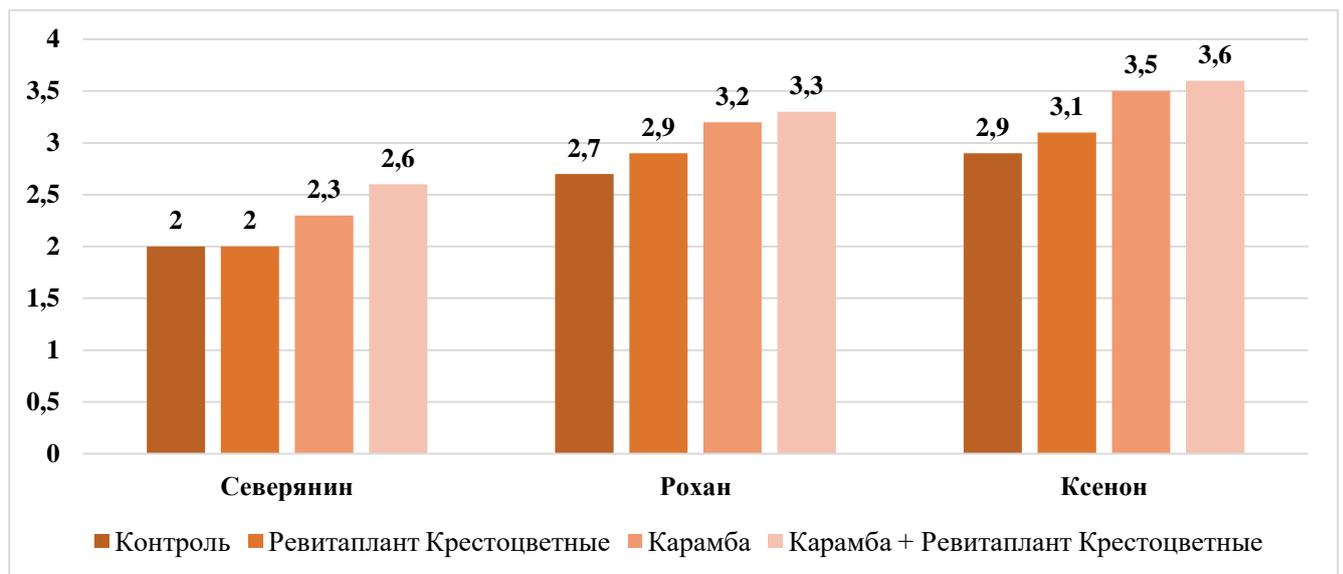


Рисунок 39 – Биоэнергетический коэффициент посевов озимого рапса

Энергетическая эффективность по вариантам с использованием агрохимикатов Карамба и Ревитаплант Крестоцветные находилась на среднем уровне. Биоэнергетический коэффициент на контрольном варианте отмечен на уровне 2,0.

Высокий уровень энергетической эффективности был установлен только на растениях гибридов рапса озимого. Так, в вариантах Карамба – 3,2 (Ксенон, +1,2 к контролю); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 3,3 (Ксенон, +1,3 к контролю). На растениях гибрида Ксенон наибольший биоэнергетический коэффициент

установлен на вариантах: Ревитаплант Крестоцветные – 3,1 (+1,1 к контролю); Карамба – 3,5 (+1,5 к контролю); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 3,6 (+1,6 к контролю).

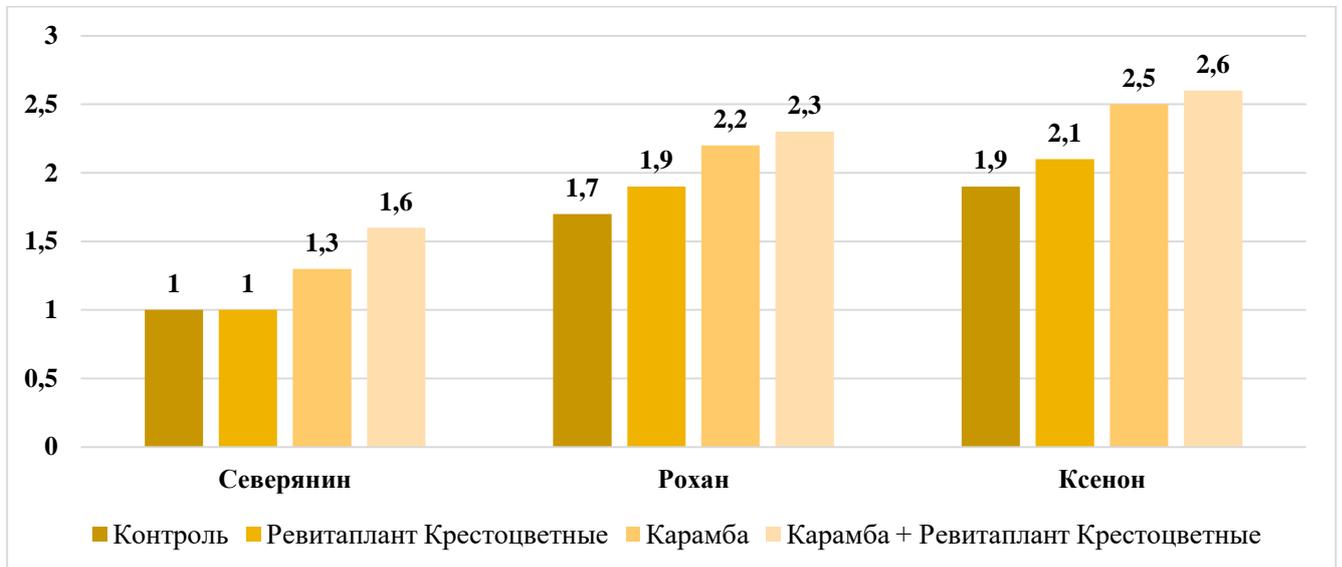


Рисунок 40 – Коэффициент энергетической эффективности посевов озимого рапса

Таким образом, возделывание рапса озимого с применением в технологии исследуемых удобрений и фунгицида с росторегулирующим эффектом биоэнергетически целесообразно. Коэффициент энергетической эффективности по вариантам опытов находился в диапазоне средневысоких значений, от 2 до 5.

На фоне микробиологических удобрений и микроудобрения по сорту Северянин энергетическая эффективность по вариантам находилась в средних пределах, от 2 до 3. Высокая энергетическая эффективность установлена в вариантах только на гибридах.

На гибриде Мерседес она составила: Азотовит + Фосфатовит – 3,3, Азотовит – 3,4, ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 3,4. На гибриде Рохан – Карамба – 3,2 (+ 1,2 к контролю); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 3,3 (+ 1,3 к контролю). На растениях гибрида Ксенон: Ревитаплант Крестоцветные – 3,1 (+1,1 к контролю); Карамба – 3,5 (+1,5 к контролю); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 3,6 (+ 1,6 к контролю).

5.2. Экономическая оценка возделывания озимого рапса

Сельскохозяйственное производство имеет большой удельный вес в экономической системе Российской Федерации. Выращивание сельскохозяйственных культур должно быть экономически обоснованным и отвечать современным вызовам экономике страны. Одним из главных показателей эффективности является уровень рентабельности, который выражается в процентах и рассчитывается как отношение прибыли к сумме всех средств, затраченных на производство. При выращивании озимого рапса на основе операций технологической карты возделывания культуры (прил. 14) были произведены расчеты основных показателей экономической эффективности в условиях Рязанской области.

При проведении расчётов экономических показателей в проведенных в 2020–2023 гг. опытах использовались рыночные цены на семена и препараты:

– семена рапса озимого сорта Северянин – 240 рублей за 1 кг; гибрида Мерседес – 823 рубля за 1 кг; гибрида Рохан – 823 рубля за 1 кг; гибрида Ксенон – 823 рубля за 1 кг;

– удобрения ОраСтарт – 570 рублей за 1 литр, доза внесения 1,0 л/т; Азотовит – 550 рублей за 1 литр, доза внесения 1,0 л/га в фазу вегетации 2–4 настоящих листьев; Фосфатовит – 550 рублей за 1 литр, доза внесения 1,0 л/га в фазу вегетации 2–4 настоящих листьев; Рауактив – 550 рублей за 1 литр, доза внесения 1,0 л/га в фазу вегетации 2–4 настоящих листьев; Ревитаплант Крестоцветные – 590 рублей за 1 литр, доза внесения 1,0 л/га в фазу вегетации 2–4 настоящих листьев и осенью в фазу стеблевания (возобновления весенней вегетации);

– фунгицид с росторегулирующим эффектом Карамба – 1350 рублей за 1 литр, доза внесения 1,0 л/га в фазу розетки перед уходом в зиму.

Экономическая эффективность выращивания озимого рапса в зависимости от вариантов опытов представлена в таблице 25.

Совокупные затраты по технологическим операциям, включающим в себя обработку почвы, внесение удобрений, транспортировку семян, защиту растений, складывались в себестоимость выращивания растений рапса на 1 гектар.

В опыте № 1 на контрольном варианте совокупные затраты составляли 53 197,17 руб., выручка 62 530 руб., а прибыль 9 332,83 руб.

По сорту Северянин самым затратным был вариант ОраСтарт + Рауактив – 56 380,25 руб., однако себестоимость вариантов с применением удобрений не фиксировалась ниже 56 172,39 руб. (Фосфатовит).

Прибыль выше 20 000 рублей была получена на вариантах: Азотовит + Фосфатовит – 24 840,74 руб. (+15 507,91 руб. к контролю), Рауактив – 20 233,24 руб. (+ 10 900,41 к контролю), ОраСтарт + Азотовит – 25 206,62 (+ к контролю), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 29 269,75 руб. (+ к контролю), ОраСтарт + Рауактив – 32 049,75 руб. (+ 22 716,92 руб. к контролю).

Наибольшая выручка была отмечена на варианте ОраСтарт + Рауактив – 88 430 руб., он же стал и самым прибыльным по сорту Северянин – 32 049,75 руб. (+22 716,92 руб. к контролю).

Экономические показатели на вариантах растений рапса озимого гибрида Мерседес отмечались на большем уровне по сравнению с аналогичными вариантами по сорту Северянин. На варианте без обработки сумма затрат составила 55 273,92 руб., с выручкой в 83 990 руб. и прямой прибылью в 28 716,08 руб. благодаря более высокому валовому сбору семян рапса озимого. Наилучшими по уровню прибыли стали варианты, на которых удалось получить более 45 000 руб. с 1 гектара.

Прибыль по вариантам составляла: Азотовит – 45 701,49 руб. (+36 368,66 руб. к контролю), Азотовит + Фосфатовит – 49 764,61 руб. (+40 431,78 руб. к контролю), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 57 148,62 руб. (+47 815,79 руб. к контролю), ОраСтарт + Рауактив – 45 523,00 руб. (+36 190,17 руб. к контролю). Рентабельность показывает, что при таком сценарии ведения сельского хозяйства аграрии смогут получать больше прибыли даже при увеличении затрат на получение урожая.

В опыте по изучению влияния на урожайность рапса озимого микробиологических удобрений и микроудобрения на фоне предпосевной обработки уровень рентабельности на контрольном варианте составил 17,4% (рис. 41).

Таблица 25 – Экономическая эффективность вариантов возделывания озимого рапса в зависимости от микробиологических удобрений, микроудобрения и предпосевной обработки

Сорт / гибрид	Обработка семян	Обработка по вегетации растений	Средняя урожайность за 3 года, т/га	Выручка, руб. с 1 га	Себестоимость, руб. с 1 га	Прибыль, руб. с 1 га	Рентабельность, %
Северянин	Контроль (без обработки)		1,69	62530	53197,17	9332,83	17,54
	Без обработки	Азотовит	1,92	71040	56172,39	14867,61	26,47
		Фосфатовит	1,76	65120	56162,39	8957,61	15,95
		Азотовит + Фосфатовит	2,19	81030	56189,26	24840,74	44,21
		Рауактив	2,07	76590	56356,76	20233,24	35,90
	ОраСтарт	-	1,95	72150	53216,92	18933,08	35,58
		Азотовит	2,20	81400	56193,38	25206,62	44,86
		Фосфатовит	2,04	75480	56183,38	19296,62	34,35
		Азотовит + Фосфатовит	2,31	85470	56200,25	29269,75	52,08
		Рауактив	2,39	88430	56380,25	32049,75	56,85
Мерседес F1	Без обработки	-	2,27	83990	55273,92	28716,08	51,95
		Азотовит	2,81	103970	58268,51	45701,49	78,43
		Фосфатовит	2,68	99160	58260,39	40899,61	70,20
		Азотовит + Фосфатовит	2,92	108040	58275,39	49764,61	85,40
		Рауактив	2,67	98790	58434,76	40355,24	69,06
	ОраСтарт	-	2,41	89170	55286,17	33883,83	61,29
		Азотовит	2,73	101010	58267,00	42743,00	73,36
		Фосфатовит	2,55	94350	58255,75	36094,25	61,96
		Азотовит + Фосфатовит	3,12	115440	58291,38	57148,62	98,04
		Рауактив	2,81	103970	58447,00	45523,00	77,89

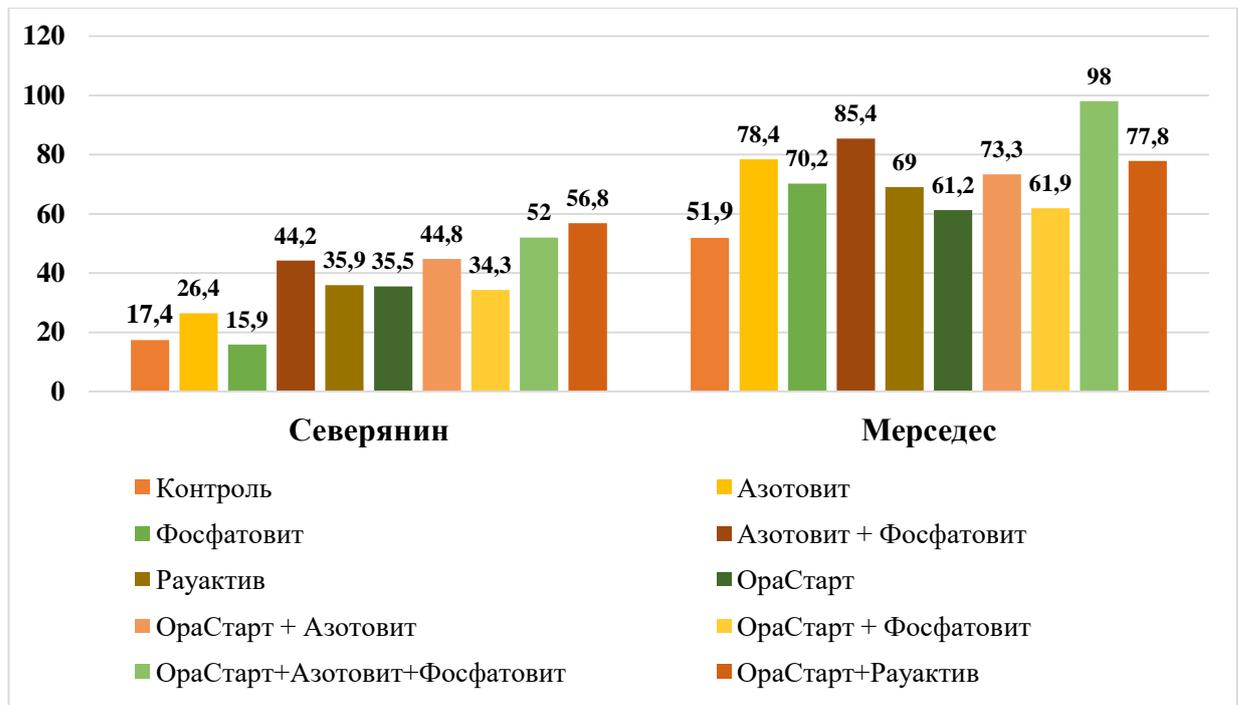


Рисунок 41 – Уровень рентабельности при действии микробиологических и микроудобрений на фоне предпосевной обработки, %

Микробиологические удобрения Азотовит и Фосфатовит оказали влияние на изменение уровня рентабельности. Так, на вариантах по сорту Северянин: Азотовит – 26,4%, Фосфатовит – 15,9%, Азотовит + Фосфатовит – 44,2%. На гибриде Мерседес рентабельность аналогичных вариантов составила: Азотовит – 78,4%, Фосфатовит – 70,2%, Азотовит + Фосфатовит – 85,4%.

Применение для обработки семян препарата Ора стар также оказало влияние на рентабельность культуры на сорте – 35,5%, на гибриде – 61,2%

Наибольший уровень рентабельности был установлен на вариантах с комплексным применением микроудобрений и микробиологических препаратов.

На вариантах ОраСтарт + Азотовит – 52,0% (Северянин) и 98,0% (Мерседес), ОраСтарт + Рауактив – 56,8% (Северянин) и 77,8% (Мерседес).

Итак, можно констатировать, что уровни экономической эффективности и рентабельности в первом опыте зависели от опытного варианта и используемых в нем агрохимикатов. Использование в технологии возделывания рапса озимого во втором опыте органоминеральных удобрений и фунгицида с росторегулирующим действием оказало влияние и на экономические показатели при выращивании культуры (табл. 26).

Таблица 26 – Экономическая эффективность вариантов возделывания озимого рапса при применении органоминерального удобрения и фунгицида

Сорт	Вариант обработки	Некорневая подкормка	Средняя урожайность за 3 года, т/га	Выручка, тыс. руб. с 1 га	Себестоимость, тыс. руб. с 1 га	Прибыль, тыс. руб. с 1 га	Рентабельность, %
Северянин	Контроль (без обработки)		1,66	61420	53195,30	8224,70	15,46
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	1,79	66230	56438,65	9791,35	17,35
	Карамба	-	2,09	77330	55790,09	21539,91	38,61
		Ревитаплант Крестоцветные	2,36	87320	59042,80	28277,20	47,89
Рохан	без обработки	-	2,25	83250	55272,67	27977,33	50,62
		Ревитаплант Крестоцветные	2,56	94720	58527,27	36192,73	61,84
	Карамба	-	2,87	106190	57879,34	48310,66	83,47
		Ревитаплант Крестоцветные	2,99	110630	61122,68	49507,32	81,00
Ксенон	без обработки	-	2,41	89170	55282,67	33887,33	61,30
		Ревитаплант Крестоцветные	2,73	101010	58537,90	42472,10	72,55
	Карамба	-	3,07	113590	57891,84	55698,16	96,21
		Ревитаплант Крестоцветные	3,26	120620	61139,55	59480,45	97,29

Выручка с 1 гектара на контрольном варианте составила 61 420 руб. при чистой прибыли 8 224,70 руб., тогда как на вариантах с использованием только агрохимиката Ревитаплант Крестоцветные прибыль составила: сорт Северянин 9 791,35 руб. (+1 566,65 руб. к контролю), гибрид Рохан 36 192,73 руб. (+27 968,03 руб. к контролю) и гибрид Ксенон 42 472,10 руб. (+34 247,40 руб. к контролю).

Наибольшую прибыль удалось получить только при комплексном использовании фунгицида Карамба и органоминерального препарата: на сорте Северянин – 28 277,20 руб. (+20 052,25 руб. к контролю), на гибриде Рохан – 49 507,32 руб. (+41 282,62 руб. к контролю), на гибриде Ксенон – 59 480,45 руб. (+51 255,75 руб. к контролю).

При этом данный вариант был и самым затратным, так как возрастали расходы на приготовление растворов и количество обработок, вследствие чего требовалось использовать сельскохозяйственную технику и человеческий труд.

Уровень рентабельности на контрольном варианте в опыте составил 15,46% (рис. 42).

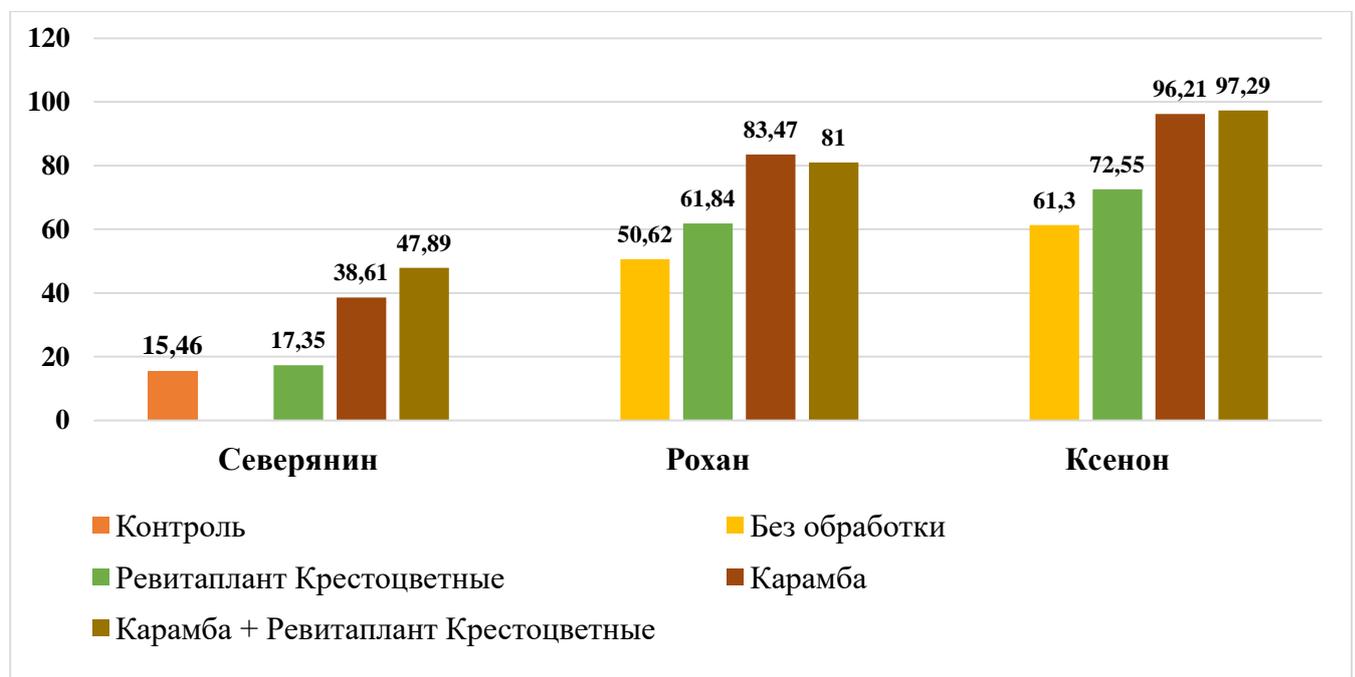


Рисунок 42 – Уровень рентабельности в опыте по изучению влияния органоминерального удобрения и фунгицида, %

У растений гибрида Ксенон рентабельность отмечена на самом высоком уровне, по вариантам она составила: без обработки – 61,30% (+45,84% к контро-

лю), Ревитаплант Крестоцветные – 72,55% (+57,09 к контролю), Карамба – 96,21% (+80,75 к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 97,29% (+81,83 к контролю).

Уровень рентабельности в опыте по гибриду Рохан отмечен на среднем уровне относительно других растений. На вариантах рентабельность составила: без обработки – 50,62% (+35,16% к контролю), Ревитаплант Крестоцветные – 61,84% (+46,38 к контролю), Карамба – 83,47% (+68,01 к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 81,0% (+65,54 к контролю).

Наименее рентабельным оказался сорт Северянин, на вариантах: Ревитаплант Крестоцветные – 17,35% (+1,89 к контролю), Карамба – 38,61% (+23,15 к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 47,89% (+32,43 к контролю).

Заключение к главе 5. Исходя из изложенного, констатируем, что биоэнергетический коэффициент изменялся в зависимости от варианта опытов, на гибриде Мерседес он составил: Фосфатовит – 3,0 (чистый энергетический доход 37394,4 Мдж/га), ОраСтарт + Азотовит – 3,1 (чистый энергетический доход 38597,9 Мдж/га), Азотовит + Фосфатовит – 3,3 (чистый энергетический доход 42364,8 Мдж/га), Азотовит – 3,4 (чистый энергетический доход 41136,3 Мдж/га), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 3,4 (чистый энергетический доход 45788,8 Мдж/га).

Наибольший чистый энергетический доход был установлен в варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 30403,2 Мдж/га (Северянин), 43450,5 Мдж/га (Рохан), 49042,2 Мдж/га (Ксенон), прибавка к контролю составила +13083,4 Мдж/га (Северянин), + 26130,7 Мдж/га (Рохан), +31722,4 (Ксенон).

Высокий уровень энергетической эффективности был установлен только на гибридных растениях в опыте № 2. Так, в вариантах Карамба – 3,2 (Ксенон, + 1,2 к контролю); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 3,3 (Ксенон, + 1,3 к контролю). На растениях гибрида Ксенон наибольший биоэнергетический коэффициент был на вариантах: Ревитаплант Крестоцветные – 3,1 (+1,1 к контролю); Карамба – 3,5 (+1,5 к контролю); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 3,6 (+ 1,6 к контролю).

Экономическая эффективность в опытах изменялась по вариантам, соответственно наибольшая выручка была отмечена на варианте ОраСтарт + Рауактив – 88 430 руб., он же стал и самым прибыльным по сорту Северянин – 32 049,75 руб. (+22 716,92 руб. к контролю) в опыте по изучению микробиологических удобрений, микроудобрений на фоне предпосевной обработки. Уровень рентабельности на вариантах составил: ОраСтарт + Азотовит – 52,0% (Северянин) и 98,0% (Мерседес), ОраСтарт + Рауактив – 56,8% (Северянин) и 77,8% (Мерседес).

В опыте по изучению влияния органоминерального удобрения и фунгицида на продуктивность озимого рапса рентабельность отмечена на самом высоком уровне на растениях гибрида Ксенон, по вариантам она составила: без обработки – 61,30% (+45,84% к контролю), Ревитаплант Крестоцветные – 72,55% (+57,09 к контролю), Карамба – 96,21% (+80,75 к контролю), Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 97,29% (+81,83 к контролю).

Наибольшую прибыль удалось получить только при комплексном использовании фунгицида Карамба и органоминерального препарата: на сорте Северянин – 28 277,20 руб. (+20 052,25 руб. к контролю), на гибриде Рохан – 49 507,32 руб. (+41 282,62 руб. к контролю), на гибриде Ксенон – 59 480,45 руб. (+51 255,75 руб. к контролю).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В условиях интенсификации растениеводческой отрасли существует необходимость в разработке и совершенствовании технологий выращивания высокопродуктивных масличных культур, в том числе озимого рапса, с применением новой современной техники, внедрением цифровых технологий и перспективных интеллектуальных программ. В дальнейшем развитие темы предполагается осуществлять с учетом привлечения адаптивных сортов и гибридов озимого рапса и их сравнительной продуктивности, новых пестицидов и агрохимикатов. Данные опытные результаты целесообразно использовать при разработке региональных технологий выращивания озимого рапса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Комплексное действие микробиологических удобрений, микроудобрений и регулятора роста способствовало увеличению урожайности семян озимого рапса. В среднем наибольшая урожайность получена по сорту Северянин на вариантах ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 2,31 т/га, ОраСтарт + Рауактив (2,39 т/га); по гибриду Мерседес – на вариантах Азотовит + Фосфатовит (2,92 т/га), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит (3,12 т/га).

2. Применяемые агрохимикаты стимулировали увеличение структуры урожая. Наибольшее число растений зафиксировано на вариантах с Рауактив – 35,2 шт./м² (+7,2 шт./м² к контролю) и ОраСтарт + Рауактив – 35,0 шт./м² (+7,0 шт./м² к контролю) по сорту Северянин. На гибриде Мерседес максимальное количество растений отмечено с действием ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 42,2 шт./м² (+14,2 шт./м² к контролю). В среднем на гибриде Мерседес наибольшее число стручков получено при комплексном действии ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 122,2 шт./раст. (+36,7 шт./раст. к контролю), по сорту Северянин – 106,5 шт./раст. (+22,0 шт./раст. к контролю).

3. Вегетационный период растений сорта Северянин на вариантах комплексного действия ОраСтарт + Азотовит и ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит в среднем составлял 134–135 дней (+9–10 дней к контролю). По гибриду Мерседес наибольший период вегетации рапса выявлен с действием Азотовита – 132,3 дня (+8 дня к контролю), ОраСтарт + Азотовит – 133,7 дня (+ 9–10 дней к контролю), ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит – 130,7 дня (+ 6–7 дней к контролю).

4. Максимальные значения полевой всхожести выявлены на варианте ОраСтарт + Мерседес (83,6%), что на +6,1% выше по отношению к контролю. Действие ОраСтарт, Азотовит, Фосфатовит и Рауактив повышали сохранность растений к уборке. В среднем высокая в опыте сохранность была на гибриде Мерседес при использовании ОраСтарт + Фосфатовит (50,8%) и ОраСтарт + Азотовит + Фосфатовит (50,7%), на сорте Северянин при использовании Азотовит + Фосфатовит (45,0%) и ОраСтарт + Рауактив (43,7%).

5. Удобрения способствовали развитию листовой поверхности растений озимого рапса, за счет чего растения активнее фотосинтезировали. Максимальные значения по вариантам ОраСтарт + Азотовит + Фосфатофит – 3,81 млн м² × сут./га (Мерседес) и 3,67 млн м² × сут./га (Северянин). Чистая продуктивность фотосинтеза была установлена на уровне 5,08 г/м² в сутки на вариантах ОраСтарт + Азотовит + Фосфатофит (Северянин); 5,12 г/м² в сутки Азотовит + Фосфатовит (Мерседес).

6. Применение органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные и фунгицида Карамба повышало урожайность растений озимого рапса. Наибольшая урожайность в среднем за годы исследований (2020–2023 гг.) составляла: по сорту Северянин – 2,36 т/га, прибавка к контролю +0,70 т/га; на гибридах Рохан и Ксенон – 2,99 т/га и 3,26 т/га (соответственно), а прибавка к контролю составила +1,33 т/га (Рохан) и +1,60 т/га (Ксенон).

7. Использование фунгицида с росторегулирующим эффектом Карамба осенью в фазе 6–8 листьев способствовало более активному накоплению сахаров в прикорневой зоне и лучшей перезимовке. Сохранность растений озимого рапса на фоне органоминерального удобрения Ревитаплант Крестоцветные и фунгицида Карамба по сорту Северянин – 51,7% (+13,3% к контролю), по гибриду Рохан – 50,4% (+12,0% к контролю), по гибриду Ксенон – 52,9% (+14,5% к контролю).

8. Фунгицид Карамба в посевах озимого рапса способствовал снижению развития заболеваний – альтернариоза, фузариоза и фомоза. Снижение развития альтернариоза на варианте с комплексным использованием Карамба + Ревитаплант Крестоцветные (Северянин) – 4,6% (–2,2% к контролю), на гибридах Рохан – 4,6% (–2,2% к контролю), Ксенон – 4,8 (–2,0% к контролю). Развитие фомоза выявлено только на контрольных вариантах без применения фунгицида Карамба (2,8%, Рохан; 1,8%, Ксенон).

9. Максимальные показатели масличности отмечены на вариантах с применением Ревитаплант Крестоцветные – 46,8% (+3,5% к контролю, Северянин); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 48,6% (+5,1% к контролю, Рохан); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 46,1% (+2,8% к контролю, Ксенон).

10. Наибольший чистый энергетический доход установлен в варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 30403,2 Мдж/га (Северянин), 43450,5 Мдж/га (Рохан), 49042,2 Мдж/га (Ксенон), прибавка к контролю +13083,4 Мдж/га (Северянин), + 26130,7 Мдж/га (Рохан), +31722,4 (Ксенон). Применение в технологии органоминеральных удобрений и фунгицида Карамба повышало биоэнергетический коэффициент по вариантам: Ревитаплант Крестоцветные – 3,1 (+1,1 к контролю); Карамба – 3,5 (+1,5); Карамба + Ревитаплант Крестоцветные – 3,6 (+ 1,6).

11. Уровень рентабельности технологии выращивания озимого рапса с комплексным применением агрохимикатов ОраСтарт + Азотовит составил 52,0% (Северянин), 98,0% (Мерседес), с применением ОраСтарт + Рауактив – 56,8% (Северянин) и 77,8% (Мерседес). Максимальная рентабельность в технологии с применением фунгицида Карамба при выращивании гибрида Рохан – 83,4%, Карамба + Ревитаплант Крестоцветные (Ксенон – 97,2%, Северянин – 47,8%,).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях южной части Нечерноземной зоны России с целью обеспечения устойчивого повышения урожайности озимого рапса с высоким качеством семян предлагается:

– высевать озимый рапс сорта Северянин, а также гибриды Мерседес, Рохан и Ксенон с нормой 1 млн всхожих семян /га, с использованием предпосевной обработки семян комплексным микроудобрением ОраСтарт в дозе 1,0 л/т;

– применять предпосевную обработку семян ОраСтарт в дозе 1,0 л/т, в комплексе с двукратной обработкой агроценозов микробиологическими удобрениями Азотовит, 1,0 л/га + Фосфатовит, 1,0 л/га или микроудобрением Рауактив, 1,0 л/га осенью в фазу 4–6 настоящих листьев и весной, после возобновления вегетации в фазе розетки листьев, с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га;

– применять органоминеральное удобрение Ревитаплант Крестоцветные, 1,0 л/га в качестве двукратной некорневой подкормки, осенью в фазу 4–6 настоящих листьев и весной в фазу розетки листьев, на фоне использования фунгицида с росторегулирующим эффектом Карамба, 1,0 л/га, осенью в фазу 6–8 листьев, с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 26107-84 Почвы. Определения общего азота. Дата введения 01.01.85. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023433> (дата обращения : 09.09.2020). – Текст : электронный.
2. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества. Дата введения 01.07.93. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f09/4294828267.pdf> (дата обращения : 09.09.2020). – Текст : электронный.
3. ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. Дата введения 26.03.85. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023490> (дата обращения : 09.09.2020). – Текст : электронный.
4. ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава // Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023035> (дата обращения : 27.10.2020). – Текст : электронный.
5. ГОСТ Р 52325-2005 Национальный стандарт Российской Федерации. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2005. – 38 с. – Текст : непосредственный.
6. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Дата введения 01.01.13. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200094361> (дата обращения : 09.09.2020). – Текст : электронный.
7. Агаев, Г. Б. Совершенствование технологии возделывания сортов озимого рапса на зелёную массу в предгорной провинции Дагестана / Г. Б. Агаев, И. Р. Астарханов, Т. Н. Ашурбекова. – Текст : непосредственный // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 4 (52). – С. 26–30.
8. Агаев, Г. Б. Фотосинтетическая деятельность сортов озимого рапса в зависимости от доз агрохимиката Рестарт Ж / Г. Б. Агаев, И. Р. Астарханов, И. С. Алиев. – Текст : непосредственный // Вклад молодых ученых в инноваци-

онное развитие АПК региона : материалы VII Всерос. науч.-практ. конф., Махачкала, 6 апреля 2023 года. – Махачкала : Дагестанский государственный аграрный университет им. М. М. Джамбулатова, 2023. – С. 92–97.

9. Агафонов, О. М. Влияние отдельных элементов технологии возделывания на продуктивность нового сорта рапса озимого Сармат / О. М. Агафонов, В. Ю. Ревенко. – Текст : непосредственный // Вестник АПК Ставрополя. – 2020. – № 4 (40). – С. 56–61.

10. Агафонов, О. М. Оценка продуктивности рапса озимого при использовании различных агротехнических приемов / О. М. Агафонов, В. Ю. Ревенко, Н. Н. Свиридов. – Текст : непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 1-1 (40). – С. 130–133.

11. Агафонов, О. М. Экологическая пластичность рапса озимого как основа эффективности его возделывания в зоне неустойчивого увлажнения / О. М. Агафонов, В. Ю. Ревенко, И. А. Рахуба. – Текст : непосредственный // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 3 (84). – С. 3–9.

12. Агроклиматический справочник по Рязанской области / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР ; Упр. гидрометеорол. службы центр. областей. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1957. – 144 с. – Текст : непосредственный.

13. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для Рязанской области / С. Я. Полянский, А. М. Пестряков, В. З. Веневцев [и др.]. – Рязань : ООО «Шилловская типография», 2005. – 55 с. – Текст : непосредственный.

14. Алилов, М. А. Использование силоса озимого рапса в кормлении молодняка крупного рогатого скота / М. А. Алилов, М. П. Алиханов, М. А. Умаханов. – Текст : непосредственный // Продовольственная безопасность: проблемы и пути решения : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Махачкала : Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, 2021. – С. 213–218.

15. Антипитательные вещества зернобобовых, зерновых, масличных капустных культур и методы их определения : методические указания / А. И. Фицев, Л. М. Коровина, Т. В. Леонидова, Т. С. Бражникова. – Москва : Российский

центр сельскохозяйственного консультирования, 2007. – 62 с. – Текст : непосредственный.

16. Аристархов, А. Н. Использование микроудобрений в условиях интенсивной химизации и принципы моделей для определения потребности в них / А. Н. Аристархов. – Текст : непосредственный // Химия в сельском хозяйстве. – 2000. – № 8. – С. 15–22.

17. Артемьев, И. В. Рапс – масличная и кормовая культура / И. В. Артемьев, В. В. Карпачев. – Текст : непосредственный // Аграрная наука. – 2006. – № 4. – С. 18.

18. Баздырев, Г. И. Интегрированная защита растений от вредных организмов : учебное пособие для магистров, обучающихся по направлению «Агрономия» / Г. И. Баздырев, Н. Н. Третьяков, О. О. Белошапкина. – Москва : Инфра-М, 2014. – 302 с. – Текст : непосредственный.

19. Башков, В. И. Влияние сортовых особенностей на продуктивность озимого рапса / В. И. Башков, Н. И. Мамсиров. – Текст : непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник материалов Всерос. науч.-практ. конф. – Майкоп : Изд-во «Магарин Олег Григорьевич», 2021. – С. 200–203.

20. Бедловская, И. В. Биоэкологическое обоснование защиты озимого рапса от комплекса грибных болезней в условиях Центральной зоны Краснодарского края / И. В. Бедловская, В. Е. Горло. – Текст : непосредственный // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 79. – С. 75–79.

21. Бедловская, И. В. Химическая система защиты озимого рапса от болезней в условиях Центральной зоны Краснодарского края / И. В. Бедловская, В. Е. Горло. – Текст : непосредственный // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник тезисов Всерос. (нац.) конф. : Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2019. – С. 49–50.

22. Безуглова, О. С. Новый справочник по удобрениям и стимуляторам роста / О. С. Безуглова. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 384 с. – Текст : непосредственный.

23. Березнов, А. В. Зависимость масличности озимого рапса от доз минеральных удобрений в условиях Нечерноземья / А. В. Березнов, Т. С. Астарханова, И. Р. Астарха-

нов. – Текст : непосредственный // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 3 (51). – С. 41–46.

24. Березнов, А. В. Регуляторы роста растений повышают продуктивность озимого рапса / А. В. Березнов, Т. С. Астарханова, О. А. Шаповал. – Текст : непосредственный // Защита и карантин растений. – 2022. – № 10. – С. 19–20.

25. Бобко, Н. Н. Проявление эффекта гетерозиса и наследование основных количественных признаков гибридами F1 озимого рапса / Н. Н. Бобко, Я. Э. Пиллюк. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2021. – № 57. – С. 386–393.

26. Бобко, Н. Н. Результаты оценки коллекционных образцов озимого рапса по качеству масла / Н. Н. Бобко, Я. Э. Пиллюк. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – № 53. – С. 310–316.

27. Большов, А. В. Эффективность применения нового препарата на основе имазамокса для защиты озимого рапса в Северо-Кавказском регионе / А. В. Большов, В. И. Долженко, Л. М. Нестерова. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2017. – № 6 (99). – С. 10–12.

28. Бородько, А. А. Влияние различных сроков сева на развитие растений и перезимовку рапса озимого в условиях Центральной части Беларуси / А. А. Бородько. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2020. – № 56. – С. 124–131.

29. Бочкарева, Э. Б. Сорт рапса озимого Селегор / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк, Н. И. Зайцев. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – № 1 (173). – С. 116–118.

30. Бруй, И. Г. Влияние осеннего применения препарата Сетар, КС на перезимовку и урожайность озимого рапса / И. Г. Бруй, Е. В. Дунькович. – Текст : непосредственный // Защита растений. – 2022. – № 46. – С. 261–271.

31. Бруй, И. Г. Эффективность применения регулятора роста Архитект, СЭ в посевах озимого рапса / И. Г. Бруй, В. В. Холодинский. – Текст : непосредственный // Защита растений. – 2022. – № 46. – С. 272–284.

32. Будревич, А. П. Контроль засоренности посевов озимого и ярового рапса в период вегетации гербицидом Сальса, ВДГ / А. П. Будревич, Е. Н. Полозняк, И. В. Богомолова. – Текст : непосредственный // Защита растений. – 2017. – № 41. – С. 17–22.

33. Булавин, Л. А. Агрэкономическая эффективность применения микро-элементов на посевах озимого и ярового рапса / Л. А. Булавин. – Текст : непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 37–41.

34. Бушнев, А. С. Потенциал производства рапса озимого на юге России / А. С. Бушнев, Г. И. Орехов, Л. А. Горлова. – Текст : непосредственный // Агро-Форум. – 2020. – № 5. – С. 31–34.

35. Влияние биokoординационных соединений меди, цинка, железа и бора на рост, развитие и урожайность зерновых культур / Н. Н. Зобова [и др.] // Материалы юбилейной конф. Казанского сельскохозяйственного института. – Казань, 1990. – С. 75–76.

36. Влияние микробных препаратов на ризосферные микробные ценозы озимого рапса / Г. В. Сафронова, З. М. Алещенкова, И. Н. Ананьева [и др.]. – Текст : непосредственный // Применение удобрений в современной земледелии : сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6 июля 2018 года. – Минск : УП «ИВЦ Минфина», 2018. – С. 171–174.

37. Влияние некорневой обработки посевов озимого рапса микробными препаратами на урожайность и качество семян / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, Т. Н. Лукашевич, Г. В. Сафронова. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2021. – № 57. – С. 136–143.

38. Влияние серосодержащих удобрений на урожайность и качество озимого и ярового рапса на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / Г. В. Пироговская, В. И. Сороко, С. С. Хмелевский [и др.]. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 2 (63). – С. 114–125.

39. Волков, В. А. Милиэлемент цинк для растений / В. А. Волков. – Текст : непосредственный // Развитие современной науки: теоретические и прикладные

аспекты : материалы Междунар. (заоч.) науч.-практ. конф. – Кишинев : Мир науки (ИП Вострецов Александр Ильич), 2017. – С. 62–65.

40. Воловик, В. Т. Капустные культуры – источник белка / В. Т. Воловик, А. С. Шпаков. – Текст : непосредственный // Животноводство России. – 2022. – № 1. – С. 57–59.

41. Воловик, В. Т. Капустные культуры в решении проблемы кормового белка в Нечерноземной зоне / В. Т. Воловик, А. С. Шпаков. – Текст : непосредственный // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник науч. трудов. – Лобня : Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса, 2021. – С. 71–80.

42. Воловик, В. Т. Оценка озимого рапса на устойчивость к болезням в условиях Нечерноземной зоны / В. Т. Воловик, Н. В. Разгуляева. – Текст : непосредственный // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : сборник трудов II Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Соленое Займище : Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2017. – С. 1351–1358.

43. Воловик, В. Т. Селекция озимого рапса для условий лесной зоны / В. Т. Воловик, Т. В. Прологова. – Текст : непосредственный // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 2. – С. 16–20.

44. Воловик, В. Т. Селекция озимого рапса для условий лесной зоны / В. Т. Воловик. – Текст : непосредственный // Генофонд и селекция растений : материалы V Междунар. конф., Новосибирск, 11–13 ноября 2020 года. – Новосибирск : Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, 2020. – С. 79–83.

45. Воловик, В. Т. Сорты озимого рапса для Центрального федерального округа / В. Т. Воловик. – Текст : непосредственный // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сборник научных трудов. – Москва : Угрешская типография, 2020. – С. 113–120.

46. Воловик, В. Т. Фракционный состав семян озимого рапса сорта Северянин / В. Т. Воловик. – Текст : непосредственный // Реализация методологических и ме-

тодических идей профессора Б. А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия : материалы Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 т., Москва – Суздаль, 26–29 июня 2017 года. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2017. – Т. 2. – С. 150–154.

47. Воробьевский, В. В. Эффективность инсектицидной защиты посевов озимого рапса (*Brassica napus ssp. Oleifera* L / В. В. Воробьевский, Л. М. Григорович. – Текст : непосредственный // Вестник молодежной науки. – 2018. – № 5 (17). – С. 20.

48. Вредители озимого рапса, их биология, вредоносность и меры борьбы в условиях Краснодарского края / С. А. Алымов, С. В. Иванов, К. М. Горшукова, И. Б. Попов. – Текст : непосредственный // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – № 12-4 (68). – С. 18–21.

49. Гаджикурбанов, А. Ш. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность и качество зеленой массы сортов озимого рапса / А. Ш. Гаджикурбанов. – Текст : непосредственный // Вестник Российского университета дружбы народов. – Серия : Агрономия и животноводство. – 2020. – Т. 15, № 4. – С. 335–342.

50. Гаджикурбанов, А. Ш. Продуктивность сортов озимого рапса на фоне применения регуляторов роста / А. Ш. Гаджикурбанов, В. Г. Плющиков. – Текст : непосредственный // Известия Дагестанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (8). – С. 46–50.

51. Гаджикурбанов, А. Ш. Сравнительная продуктивность сортов озимого рапса на светло-каштановых почвах Приморско-Каспийской подпровинции Республики Дагестан / А. Ш. Гаджикурбанов, В. Г. Плющиков. – Текст : непосредственный // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 4 (44). – С. 35–40.

52. Гаджикурбанов, А. Ш. Формирование урожайности сортами озимого рапса в зависимости от способов основной обработки почвы в условиях Приморско-Каспийской подпровинции Дагестана / А. Ш. Гаджикурбанов, В. Г. Плющиков. – Текст : непосредственный // Известия Дагестанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (8). – С. 50–52.

53. Гарбар, Л. А. Влияние минерального питания на формирование продуктивности рапса озимого / Л. А. Гарбар, Э. М. Горбатюк. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (135). – С. 28–31.

54. Гарбар, Л. А. Влияние удобрений на развитие растений рапса озимого в период осенней вегетации / Л. А. Гарбар, Т. П. Яцишина, А. П. Самолюк. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (162). – С. 46–51.

55. Гарбар, Л. А. Продуктивность рапса озимого в разных условиях питания / Л. А. Гарбар, Н. В. Кнап, В. О. Зелинская. – Текст : непосредственный // Мичуринский агрономический вестник. – 2020. – № 4. – С. 54–61.

56. Гареев, Р. Г. И снова о рапсе: что сдерживает рост производства этой культуры в Татарии / Р. Г. Гареев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1989. – № 12. – С. 100–103.

57. Голова, А. А. Изменчивость основных жирных кислот масла современных линий озимого и ярового рапса селекции ВНИИМК / А. А. Голова, Л. А. Горлова. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных и других технических культур : сборник материалов 10-й Всерос. конф., Краснодар, 26–28 февраля 2019 года. – Краснодар : Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2019. – С. 37–40.

58. Головач, А. Теоретические аспекты и направления интенсификации возделывания озимого и ярового рапса / А. Головач. – Текст : непосредственный // Аграрная экономика. – 2017. – № 5 (264). – С. 47–55.

59. Головач, А. Экономическая эффективность применения современных инноваций при возделывании ярового и озимого рапса на маслосемена / А. Головач. – Текст : непосредственный // Аграрная экономика. – 2016. – № 4 (251). – С. 44–50.

60. Гончаров, С. В. Глобализация семенных рынков масличных культур на примере рапса / С. В. Гончаров, В. В. Карпачев. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2019. – № 4 (180). – С. 102–106.

61. Горелов, Н. А. Методология научных исследований / Н. А. Горелов, Д. В. Круглов. – Москва : Юрайт, 2015. – 390 с. – ЭБС «Юрайт». – URL : <http://www.biblio-online.ru/> (дата обращения : 02.02.2022). – Текст : электронный.

62. Горлова, Л. А. Применение регуляторов роста для повышения зимостойкости и урожайности рапса озимого в условиях Центральной зоны Краснодарского края / Л. А. Горлова, В. В. Сердюк, О. А. Сердюк. – Текст : непосредственный // АгроФорум. – 2019. – № 8. – С. 76–78.

63. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть I : справочное издание. – Москва, 2021. – 803 с. – Текст : непосредственный.

64. Давидович, Р. А. Эффективность применения регуляторов роста в посевах озимого рапса в филиале «Белшина-агро» ОАО «Белшина» Осиповичского района / Р. А. Давидович. – Текст : непосредственный // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сборник материалов XVI Междунар. науч.-практ. конф. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 68–71.

65. Деградационные процессы почв и земельных угодий Рязанской области / Д. В. Виноградов, В. И. Гусев, Н. П. Кузнецов [и др.] // Агро-ЭкоИнфо. – 2013. – № 2. – URL : <http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2013/2.doc> (дата обращения : 02.02.2022). – Текст : электронный.

66. Действие йодных микроудобрений на урожай и качество озимого рапса / В. И. Панасин, Д. А. Рымаренко, М. И. Вихман, Д. С. Чечулин. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2019. – № 2. – С. 39–41.

67. Дзанагов, С. Х. Отзывчивость рапса озимого на применение удобрений на черноземе выщелоченном РСО – Алания / С. Х. Дзанагов, Д. А. Черджиев. – Текст : непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 54, № 1. – С. 48–54.

68. Дмитриева, Е. А. Рапс / Е. А. Дмитриева. – Текст : непосредственный // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : сборник материалов LVI науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Тю-

мень, 14–18 марта 2022 года. – Ч. 2. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 870–873.

69. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1973. – 351 с. – Текст : непосредственный.

70. Дроздова, Н. И. Влияние биопрепарата инсектицидного действия «Фитоверм» на активность липазы / Н. И. Дроздова, Е. В. Сорокина. – Текст : непосредственный // Эпоха науки. – 2019. – № 20. – С. 610–613.

71. Дроздова, Н. И. Влияние предпосевной обработки препаратом «Виал-ТТ» на активность липазы в проростках озимого рапса / Н. И. Дроздова, М. Н. Гатальская. – Текст : непосредственный // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. – 2019. – № 6 (117). – С. 35–40.

72. Дыренко, М. А. Отзывчивость сортов озимого рапса на приемы возделывания в зоне светло-каштановых почв : автореф. диссертации... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / Дыренко Михаил Андреевич. – Ставрополь, 2013. – 22 с. – Текст : непосредственный.

73. Елисеев, С. Л. Агроэнергетическая оценка эффективности приёмов и технологий возделывания полевых культур / С. Л. Елисеев ; Министерство сельского хозяйства РФ, Пермская государственная сельскохозяйственная академия. – Пермь, 2010. – 76 с. – Текст : непосредственный.

74. Емельянова, А. В. Состояние антиоксидантной системы растений озимого рапса при действии экзогенной 5-аминолевулиновой кислоты / А. В. Емельянова, Р. А. Щербаков, Н. Г. Аверина. – Текст : непосредственный // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2017. – № 13. – С. 148–150.

75. Защита посевов озимого рапса от подмаренника цепкого / Т. Х. Резвицкий, Р. А. Тикиджан, А. В. Позднякова [и др.]. – Текст : непосредственный // The Scientific Heritage. – 2021. – № 58-1 (58). – С. 24–26.

76. Золотарь, А. К. Эффективность жидких комплексных удобрений при возделывании озимого рапса / А. К. Золотарь, В. Н. Емельянова, Ф. Н. Леонов. – Текст : непосредственный // Современные технологии сельскохозяйственного

производства : сборник материалов XXII Межд. науч.-практ. конф. – Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2019. – С. 198–199.

77. Иванищев, В. В. Никель в окружающей среде и его влияние на растения / В. В. Иванищев. – Текст : непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2021. – № 2. – С. 38–53.

78. Изучение эмбриогенной способности различных генотипов озимого рапса в культуре *in vitro* / Е. Н. Куликович, Я. Э. Пилюк, Н. Л. Ермоленко [и др.]. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2021. – № 57. – С. 371–377.

79. Индукция накопления антоцианов и состояние защитной системы в растениях озимого рапса, обработанных 5-аминолевулиновой кислотой / Н. Г. Аверина, Р. А. Щербаков, А. В. Емельянова [и др.]. – Текст : непосредственный // Физиология растений. – 2017. – Т. 64, № 3. – С. 173–182.

80. Исаева, Е. И. Влияние технологий разной степени химизации на урожайность и кормовые показатели ярового и озимого рапса в условиях Брянской области / Е. И. Исаева. – Текст : непосредственный // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : материалы Междунар. конгресса по кормам, посв. 100-летию ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», Москва, 21–24 июня 2022 года. – Т. 28 (76), ч. I. – Лобня : Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, 2022. – С. 129–133.

81. Использование физиологически активных препаратов у предпосевной обработки семян рапса озимого в западной лесостепи Украины / А. П. Волощук, И. С. Волощук, В. В. Глива [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2017. – № 1(36). – С. 17–22.

82. Калинова, М. Г. Оценка коллекции и корреляционный анализ холодоустойчивости спорофита и гаметофита рапса озимого / М. Г. Калинова, И. Б. Комарова, Р. В. Сенник. – Текст : непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2. – С. 43–46.

83. Кирюшин, Б. Д. Основы научных исследований в агрономии : учебник / Б. Д. Кирюшин, Р. Р. Усманов, И. П. Васильев. – Москва : КолосС, 2009. – 398 с. – Текст : непосредственный.

84. Ковалевич, З. С. Содержание подвижных форм микроэлементов в почве и баланс их при внесении микроудобрений / З. С. Ковалевич, Г. П. Дубиковский. – Текст : непосредственный // Агротехнология. – 1988. – № 8. – С. 82–88.

85. Ковда, В. А. Микроэлементы в почвах Советского Союза / В. А. Ковда, И. В. Якушевская, А. Н. Тюрюканов. – Москва, 1969. – 67 с. – Текст : непосредственный.

86. Косолапов, В. М. Озимый рапс в кормлении цыплят-бройлеров / В. М. Косолапов, А. П. Гаганов, Ф. В. Воронкова, З. Н. Зверкова. – Текст : непосредственный // Адаптивное кормопроизводство. – 2018. – № 1. – С. 49–57.

87. Косолапов, В. М. Показатели качества протеина кормосмесей с семенами озимого рапса / В. М. Косолапов, Ф. В. Воронкова, А. И. Арасланова. – Текст : непосредственный // Птица и птицепродукты. – 2017. – № 5. – С. 32–35.

88. Крылов, А. П. Агрэкологическое изучение и приемы повышения продуктивности масличных культур семейства Brassicaceae в условиях Среднего Поволжья : автореф. диссертации... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / Крылов Артем Павлович. – Пенза, 2018. – 22 с. – Текст : непосредственный.

89. Крючков, М. М. Горчица белая и рапс как важные элементы в биологизации земледелия / М. М. Крючков, И. В. Смертенков. – Текст : непосредственный // Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов : сборник трудов первого Междунар. эколог. форума в Рязани. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2017. – С. 228–231.

90. Кузнецова, Г. Н. Защита посевов капустных культур от вредных объектов в Западной Сибири / Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова. – Текст : непосредственный // Защита растений от вредных организмов : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 19–23 июня 2023 года. – Вып. 11. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2023. – С. 212–215.

91. Кузнецова, Г. Н. Результаты выращивания масличных капустных культур сортов сибирской селекции в условиях Западной Сибири / Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова. – Текст : непосредственный // Кормопроизводство. – 2023. – № 7. – С. 10–13.

92. Кузыченко, Ю. А. Агрофизические условия формирования корневой системы озимого рапса при технологии Mzuri Pro-Til / Ю. А. Кузыченко, Р. Г. Гаджиумаров, А. Н. Джандаров. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (100). – С. 44–48. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-100-2-44-48.

93. Кулик, Г. В. Справочник по планированию и экономике сельскохозяйственного производства / Г. В. Кулик, Н. А. Окунь, Ю. М. Пехтерев. – Москва : Россельхозиздат, 1987. – 512 с. – Текст : непосредственный.

94. Леймоева, А. Ю. Семенная продуктивность озимого рапса / А. Ю. Леймоева, М. А. Базгиев, Ю. М. Цокиев. – Текст : непосредственный // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса. – 2020. – С. 174–181.

95. Леонов, Ф. Н. Эффективность применения комплексного удобрения Интермаг Титан во некорневую подкормку озимого рапса и кукурузы на зерно / Ф. Н. Леонов, М. В. Зимина. – Текст : непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3. – С. 97–100.

96. Лешкевич, Н. В. Патогенный комплекс грибов, паразитирующих на озимом рапсе (литературный обзор) / Н. В. Лешкевич. – Текст : непосредственный // Защита растений. – 2018. – № 42. – С. 116–134.

97. Лешкевич, Н. В. Эффективность фунгицидов в защите озимого рапса от альтернариоза / Н. В. Лешкевич. – Текст : непосредственный // Защита растений. – 2017. – № 41. – С. 167–173.

98. Лобко, А. А. Биологическая эффективность применения инсектицидов в посевах озимого рапса / А. А. Лобко, К. С. Савицкая, С. Н. Козлов. – Текст : непосредственный // Биотехнологические приемы производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф.,

Курск, 8 февраля 2021 года. – Курск : Курская ГСХА им. И. И. Иванова, 2021. – С. 180–184.

99. Лутченков, А. А. Влияние паровых предшественников на агрофизические свойства лугово-чернозёмной почвы в условиях южной лесостепи Омской области / А. А. Лутченков, Н. А. Рендов. – Текст : непосредственный // Итоги и перспективы развития Сибирского земледелия : материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Омск, 2 марта 2023 года. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2023. – С. 107–109.

100. Магомедов, Н. Р. Влияние приемов возделывания на плодородие почвы и урожайность семян озимого рапса в Терско-Сулакской подпровинции Дагестана / Н. Р. Магомедов, Ш. М. Мажидов, Д. Ю. Сулейманов. – Текст : непосредственный // Горное сельское хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 60–62.

101. Макрушина, О. Г. Требования к условиям посева озимого рапса / О. Г. Макрушина. – Текст : непосредственный // Modern Science. – 2021. – № 3-2. – С. 25–26.

102. Малина, Г. Озимый рапс. Правильный выбор сделать легко / Г. Малина, Ю. Шиманская. – Текст : непосредственный // Наше сельское хозяйство. – 2019. – № 9 (209). – С. 54–58.

103. Малявко, Г. П. Учебно-методическое пособие по курсу «Энергетическая оценка агротехнологий» для студентов агроэкологического института / Г. П. Малявко. – Текст : непосредственный // Брянск : Изд-во Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2012. – 48 с.

104. Масличные капустные культуры в растениеводстве Центрального экономического района / В. Т. Воловик, А. С. Шпаков, Ю. К. Новоселов [и др.]. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 33–35.

105. Мастеров, А. С. Биологическая урожайность крестоцветных культур в зависимости от применения микробиологических удобрений / А. С. Мастеров. – Текст : непосредственный // Экологическое состояние природной среды и научно-

практические аспекты современных агротехнологий : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : ИП Жуков В. Ю., 2019. – С. 256–263.

106. Мацера, О. О. Перезимовка растений озимого рапса в зависимости от разных сроков посева и уровней основного удобрения / О. О. Мацера. – Текст : непосредственный // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. – 2020. – № 41-1. – С. 11–15.

107. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений : методический материал. – Москва : Колос, 1996. – 34 с. – Текст : непосредственный.

108. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами / В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, В. Ф. Баранов [и др.] ; под общ. ред. В. М. Лукомца. – Краснодар : ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2007. – 113 с. – Текст : непосредственный.

109. Методические указания по определению биохимических показателей качества масла и семян масличных культур. – Краснодар : ВАСХНИЛ, ВНИИ масличных культур, 1986. – 88 с. – Текст : непосредственный.

110. Милащенко, Н. З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы : монография / Н. З. Милащенко, В. Ф. Абрамов. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 223 с. – Текст : непосредственный.

111. Мокий, М. С. Методология научных исследований : учебник для магистратуры / М. С. Мокий ; отв. ред. А. Л. Никифоров, В. С. Мокий. – Москва : Юрайт, 2015. – URL : <http://www.biblio-online.ru/> (дата обращения : 03.02.2022). – Текст : непосредственный.

112. Муравин, М. М. Агрохимия / М. М. Муравин. – Москва : Колос, 2002. – 364 с. – Текст : непосредственный.

113. Муслимов, М. Г. Роль засухоустойчивых культур в зеленом конвейере / М. Г. Муслимов, Е. Н. Четверкина, А. М. Яхьяева. – Текст : непосредственный //

Известия Дагестанского государственного агрономического университета. – 2019. – № 3 (3). – С. 119–121.

114. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и урожай / А. А. Ничипорович. – Москва : Знание, 1966. – 48 с. – Текст : непосредственный.

115. Новиков, А. А. Эффективность возделывания озимого рапса / А. А. Новиков, Д. В. Караульный. – Текст : непосредственный // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сборник материалов XV Международ. науч.-практ. конф. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 291–294.

116. Новикова, А. В. Влияние внешних факторов на семена масличных культур на этапе транспортирования / А. В. Новикова, С. Ю. Никитченко, Н. А. Лылин. – Текст : непосредственный // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : материалы Международ. науч.-практ. конф. – Рязань : ИП Жуков В. Ю., 2020. – С. 329–331.

117. Новый сорт рапса озимого Приз / Е. В. Картамышева, Ф. И. Горбаченко, Т. Н. Лучкина [и др.]. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 6 (60). – С. 49–52.

118. Оробченко, В. П. Рапс озимый / В. П. Оробченко. – Москва : Сельхозгиз, 1959. – 159 с. – Текст : непосредственный.

119. Основы опытного дела в растениеводстве : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки «Агрономия» / под ред. В. Е. Ещенко, М. Ф. Трифоновой. – Москва : КолосС, 2009. – 268 с. . – Текст : непосредственный.

120. Оценка жаростойкости селекционного материала рапса озимого на ранних этапах онтогенеза / М. Г. Калинова, Р. В. Сеник, И. Б. Комарова, Д. М. Лытарь. – Текст : непосредственный // Научно-технический бюллетень Института масличных культур НААН. – 2017. – Т. 24, № 24. – С. 77–84.

121. Пампура, В. Д. Биологические особенности и технологические приемы возделывания на семена озимого рапса сорта Северянин в центральном районе Нечерноземной зоны : автореф. диссертации... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.05 / Пампура Виталий Дмитриевич. – Москва, 2013. – 17 с. – Текст : непосредственный.

122. Пампура, В. Д. Биологические особенности и технологические приемы возделывания на семена озимого рапса сорта Северянин в Центральном районе Нечерноземной зоны : диссертация... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.05 / Пампура Виталий Дмитриевич. – Москва, 2013. – 156 с. – Текст : непосредственный.

123. Панасин, В. И. Сравнительная эффективность регуляторов роста Карамба Турбо и Оптимо Дуо при возделывании озимого рапса / В. И. Панасин, Д. А. Рымаренко. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2017. – № 5. – С. 24–26.

124. Патент № 2694622 С1 Российская Федерация, МПК А01В 79/02, А01G 22/00, А01G 7/00. Способ повышения урожайности зеленой массы озимого рапса : № 2018116283 : заявл. 28.04.2018 : опубл. 16.07.2019 / Л. Ю. Костоева, М. А. Базгиев, С. А. Бекузарова [и др.] ; заявитель ФГБНУ «Ингушский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет». – Текст : непосредственный.

125. Патент № 2762090 Российская Федерация, МПК А01С 1/00 (2006.01), СПК А01С 1/00 (2021.08) Способ предпосевной обработки семян озимого рапса: 2020144367 : заявл. 30.12.2020 : опубл. 15.12.2021 / Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов, К. Д. Сазонкин [и др.]. – 7 с. : ил. – Текст : непосредственный.

126. Патент № 2763020 Российская Федерация, Способ выращивания озимого рапса: 2020133584 : заявл. 12.10.2020 % опубл. 24.12.2021 / Е. И. Лупова, Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов [и др.]. – 7 с. : ил. – Текст : непосредственный.

127. Патент № 2764263 С1 Российская Федерация, МПК А01G 22/15, А01В 79/02. Способ возделывания озимого рапса на семена : № 2020133579 : заявл. 12.10.2020 : опубл. 14.01.2022 / А. Л. Тойгильдин, В. К. Дридигер, Д. Э. Аюпов, В. В. Сыромятников ; заявитель ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр». – Текст : непосредственный.

128. Первый отечественный гибрид рапса озимого Дебют / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, Е. А. Стрельников, В. В. Сердюк. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2021. – № 2 (186). – С. 98–100.

129. Пилюк, Я. Э. Оценка экологической стабильности и корреляционная связь урожайности и массы 1000 семян сортов озимого рапса / Я. Э. Пилюк, С. Ю. Храмченко, О. Н. Авхимович. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2021. – № 57. – С. 400–407.

130. Пилюк, Я. Э. Перезимовка и продуктивность озимого рапса в Беларуси и пути их повышения / Я. Э. Пилюк. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2020. – № 56. – С. 224–235.

131. Пилюк, Я. Э. Экономическая эффективность производства маслосемян озимого и ярового рапса / Я. Э. Пилюк. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 201–207.

132. Пироговская, Г. В. Влияние серосодержащих удобрений на урожайность и жирнокислотный состав масла озимого и ярового рапса при возделывании на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / Г. В. Пироговская, В. И. Сороко, С. С. Хмелевский. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1 (68). – С. 138–155.

133. Пироговская, Г. В. Экономическая эффективность применения комплексных минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах / Г. В. Пироговская, В. В. Лапа. – Текст : непосредственный // Аграрная экономика. – 2022. – № 10 (329). – С. 69–77.

134. Пискунов, А. С. Методы агрохимических исследований : учебное пособие / А. С. Пискунов. – Москва : КолосС, 2004. – 312 с. – Текст : непосредственный.

135. Повышение устойчивости к солевому стрессу у растений озимого рапса эндофитными бактериями / И. А. Гринева [и др.]. – Текст : непосредственный // Журнал Белорусского государственного университета. – Биология. – 2021. – № 1. – С. 112–117.

136. Предпосевная обработка семян как способ повышения посевных качеств рапса озимого в условиях западной лесостепи Украины / А. П. Волощук, И. С. Волощук, В. В. Глива [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (42). – С. 24–29.

137. Пристацкая, О. Н. Развитие болезней рапса озимого в зависимости от нормы высева семян и уровня минерального питания растений / О. Н. Пристацкая, О. П. Волощук, Г. Я. Биловус, И. С. Волощук. – Текст : непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4. – С. 58–60.

138. Проявление гетерозиса у межлинейных гибридов рапса озимого по хозяйственно-ценным признакам / Е. А. Стрельников, Э. Б. Бочкарева, В. В. Сердюк, Л. А. Горлова. – Текст : непосредственный // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 86. – С. 113–119.

139. Радуха, Н. И. Продуктивность озимого рапса в зависимости от нормы высева / Н. И. Радуха, Н. В. Винникова. – Текст : непосредственный // Перспективная техника и технологии в АПК : материалы Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск, 2021. – С. 54–56.

140. Рак, М. В. Эффективность микроудобрений при возделывании озимого рапса на дерново-подзолистой высокоокультуренной легкосуглинистой почве / М. В. Рак, Е. Н. Пукалова, Н. С. Гузова, Л. Н. Гук. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 1 (68). – С. 192–199. – DOI 10.47612/0130-8475-2022-1(68)-192-200.

141. Рапс / Д. Шпаар, Х. Гинапп, Д. Дрегер [и др.]. – Минск : ФУАинформ, 1999. – 208 с. – Текст : непосредственный.

142. Рапс озимый и яровой / Г. И. Бельков, А. А. Зоров, Н. И. Воскобулова, А. А. Неверов. – Текст : непосредственный // Система устойчивого развития сельского хозяйства Оренбургской области. – Иркутск : Мегапринт, 2019. – С. 123–125.

143. Ресурсосберегающая технология возделывания озимого рапса на семена в Нечерноземной зоне России / Ю. К. Новоселов, В. Т. Воловик, В. В. Рудоман [и др.]. – Москва : Российский центр сельскохозяйственного консультирования, 2010. – 36 с. – Текст : непосредственный.

144. Сазонкин, К. Д. Особенности производства озимого рапса в России и Рязанской области / К. Д. Сазонкин. – Текст : непосредственный // Научные аспекты развития АПК, лесного хозяйства и индустрии гостеприимства в теории и практике : материалы науч.-практ. конф. – Рязань : Рязанский государственный агро-технологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 182–188.

145. Седляр, Ф. Ф. Влияние доз внесения микроэлементного комплекса Агронан на урожайность и качество маслосемян озимого рапса / Ф. Ф. Седляр, Ю. Ю. Поморова. – Текст : непосредственный // Материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. – Омск : Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, 2019. – С. 248–256.

146. Седляр, Ф. Ф. Влияние доз внесения регулятора роста Экосил на урожайность и качество маслосемян озимого рапса / Ф. Ф. Седляр, М. П. Андрусевич. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – № 4 (168). – С. 77–81.

147. Седляр, Ф. Ф. Влияние доз и сроков внесения листового удобрения Terra-Sorb Complex на урожайность маслосемян озимого рапса / Ф. Ф. Седляр, М. П. Андрусевич. – Текст : непосредственный // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник материалов XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23 марта, 14 мая 2021 года. – Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2021. – С. 211–213.

148. Селен и его биологическая роль в живых организмах / Э. А. О. Салимзаде, О. В. Кашарная, Т. С. Ермилова, М. А. Самбунова. – Текст : непосредственный // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 80-3. – С. 39–45.

149. Семена отечественных сортов озимого рапса в энергетически сбалансированных рационах цыплят-бройлеров / В. М. Косолапов, Ф. В. Воронкова, Л. М. Корovina, А. И. Арасланова. – Текст : непосредственный // Эффективное животноводство. – 2017. – № 9 (139). – С. 42–44.

150. Семененко, Н. Н. Влияние систем удобрений и последствий сидерата на урожайность маслосемян озимого рапса на торфяно-минеральных почвах По-

лесья / Н. Н. Семененко, Е. В. Каранкевич, Н. М. Авраменко. – Текст : непосредственный // Мелиорация. – 2016. – № 3 (77). – С. 49–54.

151. Семененко, Н. Н. Влияние способов основной обработки почвы и систем удобрения на урожайность маслосемян озимого рапса, возделываемого в звене кормового севооборота на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья / Н. Н. Семененко, Е. В. Каранкевич, Н. М. Авраменко. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1 (56). – С. 169–175.

152. Семенная продуктивность озимого рапса / Л. Ю. Костоева, А. Ю. Леймеева, М. А. Базгиев, Ю. М. Цокиев. – Текст : непосредственный // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса : сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Соленое Займище : Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, 2020. – С. 174–181.

153. Сердюкова, Н. А. Научное обеспечение комплексной переработки семян рапса с использованием теплонасосных технологий : автореф. диссертации... кандидата технических наук : 05.18.12/05.17.08 / Сердюкова Наталья Алексеевна. – Воронеж, 2020. – 24 с. – Текст : непосредственный.

154. Скрининг коллекционного материала озимого рапса по комплексу хозяйственно-ценных признаков в условиях Центральной части Республики Беларусь / Е. С. Бык, Я. Э. Пилюк, О. Н. Авхимович [и др.]. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2021. – № 57. – С. 407–415.

155. Совершенствование структуры энергетического баланса в технологии получения пеллет из семян рапса с применением теплового насоса / А. А. Шевцов, Т. Н. Тертычная, Н. А. Сердюкова, П. С. Востриков. – Текст : непосредственный // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2021. – № 1 (16). – С. 78–84.

156. Создание нового исходного материала озимого рапса с использованием межвидовой гибридизации, мутагенеза и культуры *in vitro* / Я. Э. Пилюк, Е. Н. Кулинкович, С. Ю. Храмченко [и др.]. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2021. – № 57. – С. 378–386.

157. Сорт высокоолеинового рапса озимого Оливин / Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2020. – № 2 (182). – С. 154–157.

158. Сравнительная характеристика хозяйственно-полезных признаков материнских линий рапса озимого (*brassicarapus* L.) селекции ВНИИМК / Е. А. Стрельников, Э. Б. Бочкарева, Л. А. Горлова, В. В. Сердюк. – Текст : непосредственный // АгроФорум. – 2021. – № 1. – С. 48–50.

159. Сравнительная эффективность применения разных форм азотных удобрений при возделывании озимого рапса на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Республики Беларусь / Г. В. Пироговская, С. С. Хмелевский, В. И. Сороко [и др.]. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2017. – № 2 (59). – С. 139–150.

160. Старикова, Д. В. Влияние температуры и влажности воздуха на жизнеспособность пыльцы рапса озимого / Д. В. Старикова, Ю. Д. Сырова, Л. А. Горлова. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2020. – № 3 (183). – С. 51–57.

161. Сырова, Ю. Д. Корреляция некоторых признаков архитектоники с урожайностью семян у различных генотипов рапса озимого / Ю. Д. Сырова. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур : сборник материалов 12-й Междунар. конф. молодых учёных и специалистов, Краснодар, 01–03 марта 2023 года. – Краснодар : Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта, 2023. – С. 284–287.

162. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные работы : в 2 ч. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ. – Москва : Роснисагропром, 2002. – 277 с. – Текст : непосредственный.

163. Трузина, Л. А. Гербициды на посевах озимого рапса / Л. А. Трузина. – Текст : непосредственный // Инновационные направления аграрной науки на современном этапе : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ульяновск : Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2021. – С. 268–271.

164. Трузина, Л. А. Применение гербицидов на посевах озимого рапса / Л. А. Трузина, Л. М. Коровина. – Текст : непосредственный // Фундаментальные основы технологического развития сельского хозяйства : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Оренбург : Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 2019. – С. 343–347.

165. Урожайность маслосемян озимого рапса в зависимости от способов обработки / А. П. Гвоздов, Д. Г. Симченков, Л. А. Булавин, В. Д. Кранцевич. – Текст : непосредственный // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : ИП Жуков В. Ю., 2019. – С. 68–71.

166. Усатенко, Л. О. Оценка погрешности определения общего содержания глюкозинолатов в семенах рапса озимого (*Brassica napus* L.) / Л. О. Усатенко, С. Г. Ефименко. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур : сборник материалов 12-й Междунар. конф., Краснодар, 01–03 марта 2023 года. – Краснодар : Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2023. – С. 31–32.

167. Ухов, П. А. Кормовая продуктивность и засорённость промежуточных культур звена севооборота «озимый рапс – яровые культуры» / П. А. Ухов. – Текст : непосредственный // Современному АПК – эффективные технологии : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 440–444.

168. Федеральная служба государственной статистики. – URL : <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения : 20.06.2023). – Текст : электронный.

169. Фетюхин, И. В. Продуктивность озимого рапса в различных звеньях севооборота в Центральной орошаемой зоне Ростовской области / И. В. Фетюхин, В. В. Толпинский, С. А. Игнатов. – Текст : непосредственный // Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях – продолжение научного наследия Листопада Г.Е., академика ВАСХНИЛ (РАСХН), доктора технических наук, про-

фессора : материалы нац. науч.-практ. конф. – Волгоград : Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 63–68.

170. Филатов, В. И. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства : учеб. пособие / ред. В. И. Филатов. – Москва : Колос, 1999. – 724 с. – Текст : непосредственный.

171. Фотосинтез и скорость поглощения кислорода в растениях озимого рапса, обработанных 5-аминолевулиновой кислотой / Н. Г. Аверина, А. В. Емельянова, Р. А. Щербаков [и др.]. – Текст : непосредственный // Физиология растений. – 2019. – Т. 66, № 6. – С. 461–471.

172. Черемиснов, П. Н. Увеличение предела применяемости альтернативных топлив с добавками рапсового масла в автотракторных дизелях : автореф. диссертации... кандидата технических наук : 05.04.02 / Черемиснов Павел Николаевич. – Нижний Новгород, 2019. – 20 с. – Текст : непосредственный.

173. Экономическая эффективность применения органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на посевах озимого рапса / С. И. Юргель, Е. Б. Лосевич, В. В. Кислый, Т. Г. Синевич. – Текст : непосредственный // Сборник научных статей по материалам XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23 марта, 14 мая 2021 года. – Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2021. – С. 273–276.

174. Энергетическая оценка эффективности приемов технологий возделывания полевых культур : учебное пособие / сост. Э. Ф. Вафина, П. Ф. Сутыгин. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – 64 с. – Текст : непосредственный.

175. Эффективность азотных удобрений в посевах озимого рапса на маслемена / Я. Э. Пилюк, Т. Н. Лукашевич, В. Н. Безлюдный [и др.]. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 93–99.

176. Эффективность органоминерального удобрения на рапсе озимом в условиях Приазовской зоны Ростовской области / Г. Е. Мажуга, А. А. Громаков, В. В. Турчин [и др.]. – Текст : непосредственный // Современные аспекты управления плодородием агроландшафтов и обеспечения экологической устойчивости производ-

ства сельскохозяйственной продукции : мат. Междунар. науч.-практ. конф. – Персиановский : Донской ГАУ, 2020. – С. 41–44.

177. Эффективность применения микробных препаратов при инкрустации семян озимого рапса / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, Е. П. Решетник [и др.]. – Текст : непосредственный // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 57–64.

178. Critical plant and soil phosphorus for wheat, maize, and rapeseed after 44 years of P fertilization / S. Cadot, G. Bélanger, N. Ziadi [et al.]. – Text : direct // Nutrient Cycling Agroecosystems. – 2018. – Vol. 112. – P. 417–433.

179. Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus*) from stem extension to harvest: I. Global N flows between vegetative and reproductive tissues in relation to leaf fall and their residual N / P. Malagoli [et al.]. – Text : direct // Annals of botany. – 2005. – Vol. 95, № 5. – P. 853–861.

180. Effect of L-proline and L-glutamic acid on productivity of winter rapeseed / N. Burbulis, A. Blinstrubiene, R. Peleckis, Z. Taraseviciene. – Text : direct // Chilean Journal of Agricultural Research. – 2021. – 81. – P. 527–535.

181. Effect of ridge film mulching and nitrogen application rate on seed quality, oil yield and nitrogen-use efficiency of winter oilseed rape in northwest China / Du Y. [et al.]. – Text : direct // Archives of Agronomy and Soil Science. – 2021.

182. Effects of low nocturnal temperature on photosynthetic characteristics and chloroplast ultrastructure of winter rapeseed / Z. G. Liu [et al.]. – Text : direct // Russ J Plant Physiol. – 2016. – Vol. 63. – P. 451–460.

183. Genetic basis of nitrogen use efficiency and yield stability across environments in winter rapeseed / A. S. Bouchet, A. Laperche, C. Bissuel-Belaygue [et al.]. – Text : direct // BMC Genet. – 2016. – № 17. – P. 131.

184. Habibur, R. Association of fusarium wilt susceptibility with clubroot resistance derived from winter *Brassica napus* L. Mendel / R. Habibur, F. Coreen. – Text : direct // Canadian Journal of Plant Pathology. – 2019. – Vol. 41, is. I. – P. 60–64.

185. Identification of winter and spring *Brassica napus* genotypes with partial resistance to Canadian isolates of *Plasmodiophora brassicae* / Y. Aigu [et al.]. – Text : direct // Canadian Journal of Plant Pathology. – 2020. – Vol. 42, № 4. – P. 538–546.

186. Integration of transcriptome and proteome analysis reveals the mechanism of freezing tolerance in winter rapeseed / J. Wei [et al.]. – Text : direct // *Plant Growth Regul.* – 2022. – № 96. – P. 103–118.

187. Marker assisted selection of new high oleic and low linolenic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) inbred lines revealing good agricultural value / S. Spasibionek [et al.]. – Text : direct // *PLoS ONE.* – 2020. – Vol. 15, № 6. – e0233959.

188. McVetty, P. B. E. Canola, Rapeseed, and Mustard: For Biofuels and Bioproducts / P. B. E. McVetty, R.W. Duncan. – Text : direct // *Industrial Crops. Handbook of Plant Breeding.* – Vol. 9. – New York : Springer, 2015. – P. 133–156.

189. Nitrogen use efficiency in rapeseed / A. S. Bouchet, A. Laperche, C. Bissuel-Belaygue [et al.]. – Text : direct // *A review. Agron. Sustain. Dev.* 36, 38. – 2016.

190. On-farm trials of optimal fertilizer recommendations for the maintenance of high seed yields in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) production / R. Tao [et al.]. – Text : direct // *Soil Science and Plant Nutrition.* – 2015. – Vol. 61, № 3. – P. 528–540.

191. Promoting Small-Scale Biofuel Production: A Qualitative GIS-OWA Methodology for Land Suitability Analysis of Winter Rapeseed / M. Viccaro [et al.]. – Text : direct // *Multicriteria Analysis in Agriculture. Multiple Criteria Decision Making* / J. Berbel [et al.] (eds). – Springer, Cham, 2018.

192. Rapool. – URL: <https://www.rapool.ru/> (accessed : 20.09.2020). – Text : electronic.

193. Ratajczak, K. New winter oilseed rape varieties – seed quality and morphological traits depending on sowing date and rate / K. Ratajczak, H. Sulewska, G. Szymańska. – Text : direct // *Plant Science.* – 2017. – Vol. 20, № 3. – P. 262–272.

194. Safe utilization of cadmium- and lead-contaminated farmland by cultivating a winter rapeseed/maize rotation compared / J. Guo [et al.]. – Text : direct // *Journal of Environmental Management.* – 2022. – Vol. 304.

195. Sikorska, A. Anti-nutritional substances (GSL) in winter oilseed rape depending on the biostimulators used / A. Sikorska, M. Gugąła, K. Zarzecka. – Text : direct // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science.* – 2021. – Vol. 71, № 6. – P. 472–477.

196. Stepaniuk, M. Yield of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L. var. *napus*) in a Short-Term Monoculture and the Macronutrient Accumulation in Relation to the Dose and Method of Sulphur Application / M. Stepaniuk, A. Głowacka. – Text : direct // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12, № 68.

197. Sulfur uptake and remobilization are differentially affected by N deficiency in winter oilseed rape cultivars / L. Wang [et al.]. – Text : direct // *Journal of Plant Nutrition*. – 2017. Vol. 40, № 4. – P. 524–531.

198. The genetic diversity and heterotic groups of 169 Chinese semi-winter rapeseed (*Brassica napus*) cultivars and inbred lines / Q. Gong [et al.]. – Text : direct // *Mol Breeding*. – 2020. – Vol. 40, № 35.

199. The health status and yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown in monoculture and in crop rotation under different agricultural production systems / B. Cwalina-Ambroziak, A. Stępień, T. P. Kurowski [et al.]. – Text : direct // *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2016. – Vol. 62, № 12. – P. 1722–1732.

200. The transition to flowering in winter rapeseed during vernalization / S. Matar [et al.]. – Text : direct // *Plant, Cell & Environment*. – 2020. – № 1. – P. 1–13.

201. Volovik, V. T. Breeding Winter Rapeseed for the Temperate Forest Zone / V. T. Volovik, T. V. Prologova. – Text : direct // *Russian Agricultural Sciences*. – 2017. – Vol. 43, № 3. – P. 213–218.

202. Wenda-Piesik, A. Evaluation of hybrid and population cultivars on standard and high-input technology in winter oilseed rape / A. Wenda-Piesik, S. Hoppe. – Text : direct // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. – 2018. – Vol. 68, № 8. – P. 678–689.

203. Winter Rapeseed in the Autumn and Spring Growing Seasons in the Republic of Ingushetia / L. Kostoyeva, M. Bazgiev [et al.]. – Text : direct // *KnE Life Sciences*. – 2021. – P. 887–897.

204. Yield and Quality Prediction of Winter Rapeseed – Artificial Neural Network and Random Forest Models / 193[et al.]. – Text : direct // *Agronomy*. – 2021. Vol. 12, № 58. – P. 1–15.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Элементы структуры урожая озимого рапса, 2021–2023 гг.

Обра- ботка семян	Некор- невая обра- ботка	Количество растений												Сохранность, %				Перезимовка, %			
		всходы, шт./м ²				после перезимовки, шт./м ²				перед уборкой, шт./м ²											
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
Северянин																					
Контроль (без об- работок)		72,2	81,8	78,3	77,5	30,4	36,9	34,9	34,1	26,6	30,4	26,9	28,0	38,6	37,2	39,4	38,4	42,2	45,3	44,5	44,0
Без об- работки	Азото- вит	73,4	79,2	78,2	76,9	32,5	39,5	36,9	36,3	29,6	32,7	33,4	31,9	40,5	41,3	42,7	41,5	44,3	49,8	47,2	47,1
	Фосфа- товит	73,8	81,1	81,1	78,7	34,2	42,5	37,7	38,1	27,2	35,8	34,2	32,4	36,9	44,2	42,2	41,1	46,3	52,4	46,6	48,4
	Азото- вит+ Фосфа- товит	74,8	81,3	78,8	78,3	35,2	42,9	36,4	38,2	31,7	34,8	39,3	35,3	42,3	42,9	49,9	45,0	47,0	52,9	46,2	48,7
	Рауак- тив	75,8	87,8	83,1	82,2	32,4	43,2	36,0	37,2	31,1	35,9	38,6	35,2	41,0	40,9	46,5	42,8	42,7	49,2	43,4	45,1
ОраСтар т 1,0 л/га	-	77,3	81,9	79,1	79,4	32,2	44,3	44,3	40,2	28,0	32,9	30,6	30,5	36,2	40,3	46,6	41,0	41,7	54,0	55,9	50,5
	Азото- вит	81,3	78,5	80,3	80,0	33,4	46,2	46,2	41,9	30,6	33,3	35,8	33,2	37,7	42,5	44,8	41,6	41,1	60,4	59,0	53,5
	Фосфа- товит	76,9	82,3	82,1	80,4	34,0	45,0	45,0	41,3	29,8	35,6	36,3	33,9	38,8	43,2	44,2	42,1	44,2	54,7	54,9	51,3
	Азото- вит+ Фосфа- товит	81,6	82,4	80,7	81,6	34,0	47,9	44,6	42,1	31,2	32,4	37,5	33,7	38,2	39,3	46,5	41,3	41,6	58,1	55,3	51,7
	Рауак- тив	79,1	80,8	80,3	80,1	36,8	46,9	46,9	43,5	31,8	35,7	37,5	35,0	40,2	44,2	46,6	43,7	46,5	58,1	58,5	54,3

Элементы структуры урожая озимого рапса, 2021–2023 гг.

Обра- ботка семян	Некор- невая обра- ботка	Количество растений												Сохранность, %				Перезимовка, %			
		всходы, шт./м ²				после перезимовки, шт./м ²				перед уборкой, шт./м ²				2021 г.		2022 г.		2023 г.		Среднее	
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее								
Мерседес																					
Контроль (без обработок)		82,9	81,7	81,3	82,0	34,5	46,6	38,4	39,8	29,8	42,7	38,2	36,9	36,0	52,2	47,0	45,1	41,6	57,0	47,3	48,6
Без обра- ботки	Азото- вит	84,4	83,3	81,2	83,0	32,7	51,9	45,5	43,4	30,0	41,5	42,1	37,8	35,5	49,8	51,9	45,7	38,7	62,3	56,1	52,4
	Фосфа- товит	82,5	82,4	79,9	81,6	37,7	54,3	45,3	45,8	31,5	48,1	42,4	40,7	38,2	58,3	53,1	49,9	45,7	66,0	56,8	56,2
	Азото- вит+ Фосфа- товит	82,8	83,8	80,1	82,2	36,5	47,6	41,2	41,8	32,8	41,2	42,3	38,7	39,6	49,1	52,8	47,2	44,0	56,8	51,5	50,8
	Рауак- тив	83,8	84,9	83,4	84,0	34,7	52,6	40,3	42,5	31,7	48,5	42,8	41,0	37,8	57,2	51,3	48,8	41,4	62,1	48,3	50,6
ОраСт арт 1,0 л/га	-	84,6	85,8	80,5	83,6	34,4	53,3	41,6	43,1	28,3	46,1	41,0	38,5	36,2	53,7	50,9	46,9	40,7	62,2	51,7	51,5
	Азото- вит	85,1	86,4	81,2	84,2	35,0	57,5	45,0	45,8	31,7	52,4	41,3	41,8	40,8	58,3	50,9	50,0	41,2	66,6	55,4	54,4
	Фосфа- товит	85,1	83,4	81,9	83,5	35,9	56,6	46,6	46,3	30,6	51,4	43,0	41,6	36,0	61,5	52,4	50,0	42,1	67,9	56,9	55,6
	Азото- вит + Фосфа- товит	84,4	83,5	82,2	83,4	37,6	58,2	48,2	48,0	32,2	52,3	42,2	42,2	38,1	62,7	51,3	50,7	44,6	69,8	58,7	57,7
	Рауак- тив	85,7	86,8	80,8	84,4	35,6	53,0	45,0	44,5	33,6	49,5	39,6	40,9	39,2	57,1	40,9	48,4	41,5	61,0	55,7	52,7

Фотосинтетические показатели растений озимого рапса, за 2021-2023 гг.

Культура	Обработка семян	Некорневая обработка	Максимальная площадь листьев, тыс. м2/га				ФП, млн м2 × сутки /га				ЧПФ, г/м2×сутки			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022г.	2023г.	Среднее	2021г.	2022г.	2023г.	Среднее
Северянин	Контроль (без обработок)		34,1	35,3	30,8	33,4	2,54	2,57	1,98	2,37	3,67	4,17	3,74	3,86
	Без обработки	Азотовит	36,7	36,1	33,4	35,4	3,03	3,02	2,75	2,93	5,41	4,86	4,47	4,91
		Фосфатовит	35,7	37,8	31,7	35,1	2,99	3,02	2,51	2,84	4,33	4,36	4,63	4,44
		Азотовит+ Фосфатовит	37,2	38,2	35,6	37,0	3,52	3,56	3,48	3,52	5,63	5,06	4,40	5,03
		Рауактив	36,5	37,1	32,9	35,5	3,46	3,52	3,04	3,34	4,97	5,02	4,80	4,93
	ОраСтарт 1,0 л/га	-	35,1	36,9	31,9	34,6	3,19	3,08	2,57	2,95	4,94	4,39	4,12	4,49
		Азотовит	37,3	37,1	33,1	35,9	3,52	3,53	2,97	3,34	4,83	5,41	4,54	4,93
		Фосфатовит	36,8	38,5	31,1	35,5	3,66	3,70	2,89	3,42	5,04	4,46	4,67	4,72
		Азотовит+ Фосфатовит	38,6	39,3	35,9	37,9	3,79	3,73	3,49	3,67	5,15	5,07	5,01	5,08
	Мерседес	Без обработки	-	38,1	39,4	36,4	38,0	3,46	3,42	3,15	3,34	4,68	5,21	4,55
Азотовит			41,0	41,7	37,9	40,2	3,65	3,54	3,20	3,46	5,25	5,30	4,05	4,87
Фосфатовит			40,9	42,8	37,0	40,3	3,12	3,14	2,71	2,99	4,07	4,15	3,91	4,04
Азотовит+ Фосфатовит			42,6	43,3	38,1	41,3	3,86	3,88	3,38	3,71	6,10	5,05	4,20	5,12
Рауактив			41,7	39,9	36,9	39,5	3,80	3,78	3,27	3,61	4,88	5,61	4,17	4,88
ОраСтарт 1,0 л/га		-	40,1	40,8	36,6	39,2	3,37	3,40	2,97	3,25	5,54	4,50	4,26	4,77
		Азотовит	41,4	42,3	37,8	40,5	3,52	3,57	3,01	3,37	5,03	6,10	3,84	4,99
		Фосфатовит	42,9	42,1	38,5	41,2	3,54	3,51	3,10	3,38	4,04	4,47	4,40	4,30
		Азотовит+ Фосфатовит	44,4	45,0	40,2	43,2	3,96	4,00	3,48	3,81	5,59	5,04	4,29	4,97
		Рауактив	41,3	43,1	39,6	41,4	3,64	3,77	3,28	3,57	4,22	4,75	4,62	4,53

Элементы структуры урожая озимого рапса, за 2021–2023 гг.

Культура	Обработка семян	Вариант обработки	Высота растений, см				Число стручков, шт./ растение				Число семян в стручке, шт.				Масса 1000 семян, г.			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	Сред-нее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Сред-нее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Сред-нее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Сред-нее
Северянин	Контроль (без обработок)		113,6	117,3	116,0	115,6	75,2	89,3	89,0	84,5	22,5	22,5	23,0	22,7	3,4	3,9	3,2	3,5
	Без обработки	Азотовит	126,4	133,6	122,5	127,5	81,4	90,7	94,3	88,8	22,5	23,5	23,5	23,2	3,4	3,8	3,1	3,4
		Фосфатовит	118,6	127,2	124,5	123,4	82,3	92,5	93,8	89,5	23,3	23,8	24,0	23,7	3,3	4,1	3,1	3,5
		Азотовит+Фосфатовит	119,7	126,1	136,7	127,5	87,8	107,8	104,7	100,1	20,0	24,5	28,5	24,3	4,1	4,0	2,9	3,7
		Рауактив	119,1	122,3	135,8	125,7	92,6	93,3	93,9	93,3	22,3	23,5	23,0	22,9	3,5	4,1	3,2	3,6
	ОраСтарт	-	116,7	121,9	119,9	119,5	88,4	90,8	98,1	92,4	22,5	22,5	26,5	23,8	3,4	4,0	3,0	3,5
		Азотовит	127,5	136,8	137,2	133,9	90,0	91,3	102,7	94,6	22,5	23,5	25,0	23,7	3,6	4,1	2,9	3,5
		Фосфатовит	122,3	130,7	141,4	131,5	94,1	94,3	101,0	96,4	21,0	22,5	26,0	23,2	3,9	4,2	3,1	3,7
		Азотовит+Фосфатовит	120,5	129,8	145,4	131,9	97,4	114,3	107,8	106,5	22,8	23,3	25,0	23,7	3,9	4,2	3,2	3,8
		Рауактив	122,7	122,8	143,5	129,6	90,4	94,5	89,2	91,3	22,0	23,0	27,0	24,0	3,9	4,3	3,3	3,8
Мерседес	Без обработки	-	122,5	129,1	126,6	126,1	91,9	103,6	102,9	99,5	22,0	20,0	25,5	22,5	4,0	4,0	3,3	3,7
		Азотовит	135,3	138,6	144,1	139,3	94,0	109,5	105,0	102,8	22,0	21,8	30,0	24,6	4,1	3,8	3,1	3,7
		Фосфатовит	124,5	129,2	146,4	133,4	96,0	111,7	107,5	105,1	23,0	22,3	28,0	24,4	4,1	3,9	3,4	3,8
		Азотовит+Фосфатовит	120,8	131,9	151,8	134,8	98,9	125,7	114,4	113,0	23,0	22,0	23,5	22,8	4,0	4,1	3,5	3,9
		Рауактив	126,4	135,1	154,3	138,6	94,3	106,6	110,4	103,7	22,0	22,0	24,0	22,7	4,0	4,0	3,6	3,9
	ОраСтарт	-	121,3	130,3	134,3	128,6	95,6	100,6	100,0	98,7	23,0	22,5	21,0	22,2	4,0	4,1	4,1	4,1
		Азотовит	140,3	141,7	156,9	146,3	98,8	102,5	107,7	103,0	21,5	21,5	22,5	21,8	4,1	4,1	3,6	4,0
		Фосфатовит	132,4	135,5	155,5	141,2	102,2	105,1	110,0	105,8	23,5	21,5	26,0	23,7	3,9	4,2	3,3	3,8
		Азотовит+Фосфатовит	135,0	143,3	160,4	146,2	115,5	129,5	121,7	122,2	22,5	23,0	24,5	23,3	4,0	4,2	3,5	3,9
		Рауактив	130,7	139,3	166,8	145,6	103,9	117,4	115,9	112,4	21,0	21,0	22,5	21,5	3,9	4,2	3,9	4,0

Дисперсионный анализ урожайности в зависимости от микробиологических удобрений, микроудобрений и предпосевной обработки, 2021 год

Сорт / Гибрид (А)	Обработка семян (В)	Некорневая обработка (С)	Повторности				Сумма	Среднее	
			I	II	III	IV			
Северянин	Контроль (без обработок)		1,62	1,80	1,46	1,42	6,30	1,58	
	Без обработки	Азотовит	1,44	2,36	1,86	1,66	7,32	1,83	
		Фосфатовит	1,72	1,33	1,43	1,52	6,00	1,50	
		Азотовит + Фосфатовит	1,78	1,99	2,03	1,85	7,65	1,91	
		Рауактив	1,81	1,52	2,03	1,93	7,29	1,82	
	ОраСтарт	-	1,33	1,95	1,95	1,48	6,71	1,68	
		Азотовит	1,96	1,95	2,23	1,71	7,85	1,96	
		Фосфатовит	2,27	1,65	2,17	2,17	8,26	2,07	
		Азотовит + Фосфатовит	2,31	1,79	2,68	2,24	9,02	2,25	
	Мерседес F1	без обработки	-	2,53	2,08	1,91	1,78	8,29	2,07
			Азотовит	2,19	2,66	1,87	2,14	8,86	2,22
			Фосфатовит	2,19	2,68	2,42	2,50	9,79	2,45
Азотовит + Фосфатовит			2,60	2,45	3,01	2,35	10,41	2,60	
ОраСтарт		Рауактив	1,91	2,51	2,51	2,27	9,21	2,30	
		-	2,15	2,24	2,05	2,22	8,65	2,16	
		Азотовит	2,46	2,62	2,59	1,92	9,59	2,40	
		Фосфатовит	2,87	3,24	2,20	1,78	10,09	2,52	
		Азотовит + Фосфатовит	2,97	3,00	2,75	2,13	10,85	2,71	
		Рауактив	2,79	2,42	2,52	2,53	10,26	2,57	

Дисперсионный анализ

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Критерии Фишера		Sd	НСР
				F _ф	F ₀₅		
Общая	15,00	79	-	-	-	-	-
Фактор А	5,39	1	5,39	62,89	4,03	0,07	0,13
Фактор В	1,01	1	1,01	11,84	4,03	0,07	0,13
Фактор С	2,13	4	0,53	6,21	2,56	0,10	0,21
Взаимодействие АВС	0,18	4	0,05	0,53	2,56	0,15	0,29
Остаток (ошибки)	4,89	57	0,09	-	-	-	-

Sx = 0,50; Sd = 0,21; НСР₀₅ = 0,42.

Дисперсионный анализ урожайности в зависимости от микробиологических удобрений, микроудобрений и предпосевной обработки, 2022 год

Сорт / гибрид (А)	Обработка семян (В)	Некорневая обработка (С)	Повторности				Сумма	Среднее	
			I	II	III	IV			
Северянин	Контроль (без обработок)		1,82	1,64	2,01	1,28	6,75	1,69	
	Без обработки	Азотовит	1,66	2,22	1,85	2,25	7,98	2,00	
		Фосфатовит	2,35	2,42	2,04	2,81	9,62	2,41	
		Азотовит + Фосфатовит	2,50	2,44	2,22	2,30	9,46	2,37	
		Рауактив	2,11	2,43	2,94	2,25	9,73	2,43	
	ОраСтарт	-	1,53	2,64	1,96	2,11	8,24	2,06	
		Азотовит	2,31	2,39	2,18	1,97	8,84	2,21	
		Фосфатовит	2,44	2,35	2,07	2,62	9,48	2,37	
		Азотовит + Фосфатовит	2,77	2,12	2,30	2,64	9,83	2,46	
	Мерседес F1	без обработки	-	1,98	2,33	2,10	2,75	9,16	2,29
			Азотовит	3,03	2,13	2,45	3,42	11,03	2,76
			Фосфатовит	2,13	3,46	2,87	2,77	11,23	2,81
Азотовит + Фосфатовит			2,56	3,35	3,25	3,26	12,42	3,10	
ОраСтарт		Рауактив	3,63	2,33	1,73	3,09	10,79	2,70	
		-	2,24	2,39	3,17	2,09	9,90	2,47	
		Азотовит	1,99	2,54	2,91	2,94	10,37	2,59	
		Фосфатовит	2,89	2,26	2,84	2,51	10,50	2,62	
		Азотовит + Фосфатовит	3,54	2,86	3,30	3,65	13,36	3,34	
		Рауактив	3,26	2,93	2,66	2,59	11,44	2,86	

Дисперсионный анализ

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Критерии Фишера		Sd	НСР
				F _ф	F ₀₅		
Общая	20,78	79	-	-	-	-	-
Фактор А	5,08	1	5,08	30,21	4,03	0,09	0,18
Фактор В	0,19	1	0,19	1,13	4,03	0,09	0,18
Фактор С	4,32	4	1,08	6,42	2,56	0,14	0,29
Взаимодействие АВС	0,18	4	0,04	0,26	2,56	0,20	0,41
Остаток (ошибки)	9,58	57	0,17	-	-	-	-

$S_x = 0,20$; $S_d = 0,29$; $НСР_{05} = 0,58$.

Дисперсионный анализ урожайности рапса в зависимости от микробиологических удобрений, микроудобрений и предпосевной обработки, 2023 год

Сорт / гибрид (А)	Обработка семян (В)	Некорневая обработка (С)	Повторности				Сумма	Среднее
			I	II	III	IV		
Северянин	Контроль (без обработок)		1,74	1,86	0,97	1,09	5,66	1,42
	Без обработки	Азотовит	1,42	1,83	1,58	1,76	6,59	1,65
		Фосфатовит	1,69	1,46	2,05	1,65	6,85	1,71
		Азотовит + Фосфатовит	2,21	2,02	2,19	2,69	9,10	2,28
		Рауактив	2,06	1,77	2,09	1,88	7,80	1,95
	ОраСтарт	-	1,41	1,96	1,47	2,14	6,98	1,75
		Азотовит	1,92	2,20	1,66	1,98	7,76	1,94
		Фосфатовит	2,28	2,10	1,91	2,34	8,63	2,16
		Азотовит + Фосфатовит	2,22	1,75	2,41	2,55	8,93	2,23
	Мерседес F1	без обработки	-	2,31	2,49	2,63	2,31	9,74
Азотовит			2,64	3,09	3,33	3,26	12,31	3,08
Фосфатовит			3,24	2,98	3,53	2,97	12,72	3,18
Азотовит + Фосфатовит			2,69	2,95	3,07	3,47	12,18	3,04
Рауактив			2,43	2,58	4,19	2,85	12,05	3,01
ОраСтарт		-	2,51	2,54	2,51	2,78	10,34	2,59
		Азотовит	2,46	2,71	2,42	3,08	10,66	2,67
		Фосфатовит	3,18	3,76	2,79	2,52	12,25	3,06
		Азотовит + Фосфатовит	2,87	3,64	2,92	3,78	13,21	3,30
		Рауактив	3,31	3,04	3,15	2,52	12,02	3,01

Дисперсионный анализ

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Критерии Фишера		Sd	НСР
				F _ф	F ₀₅		
Общая	33,82	79	-	-	-	-	-
Фактор А	20,84	1	20,84	166,78	4,03	0,08	0,16
Фактор В	0,21	1	0,21	1,71	4,03	0,08	0,16
Фактор С	4,08	4	1,02	8,17	2,56	0,12	0,25
Взаимодействие АВС	0,62	4	0,16	1,25	2,56	0,18	0,36
Остаток (ошибки)	7,12	57	0,12	-	-	-	-

$S_x = 0,18$; $S_d = 0,25$; $НСР_{05} = 0,50$.

Количество растений рапса в годы исследований

Культура	Обработка	Некорневая подкормка	Количество растений											
			всходы, шт./м ²				весной, шт./м ²				перед уборкой, шт./м ²			
			2021г.	2022г.	2023г.	Сред- нее	2021г.	2022г.	2023г.	Сред- нее	2021г.	2022г.	2023г.	Сред- нее
Северянин	Контроль (без обработки)		71,4	82,8	74,3	77,7	32,7	37,5	28,7	33,0	27,8	28,9	34,3	30,3
	-	Ревитаплант Крестоцветные	78,1	80,7	75,0	75,7	34,2	41,6	30,2	35,3	29,2	30,5	35,4	31,7
	Карамба	-	83,3	86,5	79,0	76,0	36,5	43,8	33,1	38,3	33,2	40,9	40,8	37,8
		Ревитаплант Крестоцветные	78,5	82,7	77,9	79,8	40,0	47,2	35,5	40,9	37,2	43,4	43,3	41,3
Рохан	-	-	84,0	85,6	75,9	82,5	32,9	43,5	33,6	36,6	32,9	36,9	38,7	36,2
		Ревитаплант Крестоцветные	85,0	85,0	72,6	82,0	36,6	44,0	35,1	38,6	31,0	40,5	39,7	37,1
	Карамба	-	86,4	82,2	77,9	80,4	38,1	46,9	36,8	40,6	33,3	41,9	42,3	39,2
		Ревитаплант Крестоцветные	83,3	84,0	84,4	81,8	44,1	46,4	38,5	43,0	33,9	41,6	42,5	39,3
Ксенон	-	-	85,5	86,7	82,1	85,5	34,5	43,9	51,3	43,2	31,3	38,2	39,1	36,2
		Ревитаплант Крестоцветные	87,3	85,4	79,8	85,0	38,7	45,6	50,0	44,7	35,3	39,3	39,8	38,2
	Карамба	-	87,5	84,6	82,6	84,0	45,1	49,3	53,9	49,4	37,8	44,5	44,5	42,3
		Ревитаплант Крестоцветные	89,9	82,0	74,3	84,3	52,6	52,1	55,6	53,5	40,9	46,6	46,6	44,7

Сохранность и перезимовка растений озимого рапса в годы проведения исследований

Культура	Обработка	Некорневая подкормка	Сохранность растений, %				Перезимовка, %				
			2021г.	2022г.	2023г.	Сред- нее	2021г.	2022г.	2023г.	Сред- нее	
Северянин	Контроль (без обработки)		39,0	34,9	41,3	38,4	37,3	41,2	36,6	38,2	
	-	Ревитаплант Крестоцветные	37,4	37,7	49,5	41,5	43,8	51,7	42,0	45,8	
	Карамба	-		39,8	47,3	54,6	47,2	40,9	55,4	41,7	46,0
		Ревитаплант Крестоцветные		47,5	52,6	54,8	51,7	51,1	57,2	45,0	51,1
Рохан	-	-	39,2	43,2	46,0	42,8	37,6	49,5	41,9	43,0	
		Ревитаплант Крестоцветные	36,6	47,7	52,5	45,6	43,1	51,8	46,4	47,1	
	Карамба	-	38,7	51,1	53,6	47,8	40,1	54,7	48,4	47,9	
		Ревитаплант Крестоцветные	40,6	56,0	54,6	50,4	53,1	55,4	49,4	52,6	
Ксенон	-	-	36,6	44,0	46,4	42,4	37,6	55,9	48,2	47,3	
		Ревитаплант Крестоцветные	40,5	46,2	48,4	45,0	44,3	60,9	53,4	52,9	
	Карамба	-	43,2	52,6	55,8	50,6	51,6	65,2	55,7	57,5	
		Ревитаплант Крестоцветные	45,5	56,9	56,4	52,9	58,5	67,5	63,6	63,2	

Элементы структуры урожая озимого рапса, 2021–2023 гг.

Культура	Обработка	Некорневая подкормка	Число стручков, шт/ растения				Число семян в стручке, шт				Масса 1000 семян, г.			
			2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
Северянин	Контроль (без обработки)		81,3	104,1	90,3	91,9	20,5	22,0	20,8	21,2	3,4	3,0	3,1	3,2
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	86,8	107,6	96,4	96,9	22,0	22,5	21,5	22,0	3,3	3,2	3,2	3,3
	Карамба	-	89,9	112,0	100,1	100,7	21,5	21,5	21,8	21,6	3,4	2,9	3,0	3,2
		Ревитаплант Крестоцветные	92,0	116,3	104,2	104,1	22,0	22,5	22,5	22,3	3,7	3,1	3,4	3,4
Рохан	без обработки	-	95,5	123,4	102,5	107,1	21,5	22,5	21,0	21,7	3,9	3,7	3,7	3,8
		Ревитаплант Крестоцветные	107,5	130,1	108,9	115,5	24,5	23,0	22,3	23,3	4,1	3,7	3,7	3,9
	Карамба	-	108,8	136,5	111,1	118,8	23,5	23,5	23,8	23,6	3,9	3,4	3,7	3,7
		Ревитаплант Крестоцветные	114,5	140,9	120,4	125,3	24,0	24,3	24,0	24,1	4,1	3,5	3,8	3,9
Ксеион	без обработки	-	91,2	122,3	96,1	103,2	21,0	20,3	20,5	20,6	4,1	3,6	3,8	3,9
		Ревитаплант Крестоцветные	102,8	126,0	112,0	113,6	22,0	22,0	21,8	21,9	4,1	3,9	3,9	4,0
	Карамба	-	101,8	128,3	113,4	114,5	22,0	22,0	21,3	21,8	4,0	3,8	4,0	4,0
		Ревитаплант Крестоцветные	112,6	133,0	117,9	121,1	22,5	22,5	23,0	22,7	4,1	3,7	4,0	4,0

Дисперсионный анализ урожайности рапса в опыте по изучению влияния
органоминерального удобрения и фунгицида, 2021 год

Культура (А)	Обработка (В)	Некорневая обработка (С)	Повторности				Сумма	Среднее
			I	II	III	IV		
Северянин	Контроль (без обработки)		1,43	1,74	1,35	1,57	6,09	1,52
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	1,39	1,65	1,74	1,76	6,54	1,64
	Карамба	-	1,49	2,26	2,02	1,88	7,65	1,91
		Ревитаплант Крестоцветные	2,35	1,70	2,45	2,28	8,78	2,20
Рохан	без обработки	-	1,74	2,12	2,21	1,90	7,97	1,99
		Ревитаплант Крестоцветные	2,02	1,94	2,54	2,28	8,78	2,20
	Карамба	-	3,00	2,21	3,03	1,74	9,98	2,50
		Ревитаплант Крестоцветные	1,95	3,28	2,27	3,08	10,58	2,65
Ксеон	без обработки	-	2,20	2,00	2,39	1,84	8,43	2,11
		Ревитаплант Крестоцветные	2,46	2,81	2,35	2,66	10,28	2,57
	Карамба	-	2,76	3,24	3,04	2,56	11,6	2,90
		Ревитаплант Крестоцветные	2,8,5	2,81	4,42	3,38	13,46	3,37

Дисперсионный анализ

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Критерии Фишера		Sd	НСР
				F _ф	F ₀₅		
Общая	17,62	47	-	-	-	-	-
Фактор А	6,37	2	3,19	21,10	3,32	0,14	0,28
Фактор В	4,33	1	4,33	28,64	4,17	0,11	0,23
Фактор С	0,81	1	0,81	5,39	4,17	0,11	0,23
Взаимодействие АВС	0,01	2	0,01	0,02	3,32	0,16	0,32
Остаток (ошибки)	4,98	33	0,15	-	-	-	-

$Sx = 0,19$; $Sd = 0,27$; $НСР_{05} = 0,56$.

Дисперсионный анализ урожайности рапса в опыте по изучению влияния
органоминерального удобрения и фунгицида, 2022 год

Культура (А)	Обработка (В)	Некорневая обработка (С)	Повторности				Сумма	Среднее
			I	II	III	IV		
Северянн	Контроль (без обработки)		1,97	1,63	1,29	2,00	6,89	1,72
	без обработки	Ревитаплант Крестоцветные	1,95	1,83	2,17	1,44	7,39	1,85
	Карамба	-	2,38	1,93	2,36	2,12	8,79	2,20
		Ревитаплант Крестоцветные	2,08	2,54	2,27	2,47	9,36	2,34
Рохан	без обработки	-	2,63	3,04	2,54	2,45	10,66	2,67
		Ревитаплант Крестоцветные	2,73	2,81	3,22	3,13	11,89	2,97
	Карамба	-	3,19	3,48	3,12	3,22	13,01	3,25
		Ревитаплант Крестоцветные	2,99	3,60	2,89	3,93	13,41	3,35
Ксенон	без обработки	-	2,76	2,33	3,02	2,35	10,46	2,61
		Ревитаплант Крестоцветные	3,41	3,08	2,76	2,45	11,71	2,93
	Карамба	-	2,83	2,85	4,91	3,32	13,92	3,48
		Ревитаплант Крестоцветные	3,89	4,71	2,22	2,94	13,76	3,44

Дисперсионный анализ

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Критерии Фишера		Sd	НСР
				F _ф	F ₀₅		
Общая	25,63	47	-	-	-	-	-
Фактор А	12,02	2	6,01	21,57	3,32	0,19	0,38
Фактор В	3,66	1	3,66	13,13	4,17	0,15	0,31
Фактор С	0,30	1	0,30	1,07	4,17	0,15	0,31
Взаимодействие АВС	0,07	2	0,03	0,12	3,32	0,22	0,44
Остаток (ошибки)	9,19	33	0,28	-	-	-	-

$S_x = 0,26$; $S_d = 0,37$; $НСР_{05} = 0,76$.

Дисперсионный анализ урожайности в опыте по изучению влияния
органоминерального удобрения и фунгицида, 2023 год

Культура (А)	Обработка (В)	Некорневая об- работка (С)	Повторности				Сумма	Среднее
			I	II	III	IV		
Северянин	Контроль (без обработки)		1,76	1,41	1,93	1,80	6,90	1,73
	без обра- ботки	Ревитаплант Крестоцветные	2,10	1,61	1,74	2,05	7,50	1,87
	Карамба	-	2,20	2,50	1,99	1,96	8,64	2,16
		Ревитаплант Крестоцветные	2,61	2,47	2,52	2,57	10,17	2,54
Рохан	без обра- ботки	-	2,47	2,24	2,02	1,66	8,40	2,10
		Ревитаплант Крестоцветные	2,19	2,76	2,68	2,38	10,01	2,50
	Карамба	-	3,19	3,46	2,25	2,52	11,41	2,85
		Ревитаплант Крестоцветные	3,02	3,03	2,46	3,59	12,10	2,96
Ксенон	без обра- ботки	-	2,46	2,36	2,70	2,51	10,02	2,51
		Ревитаплант Крестоцветные	2,65	2,64	2,76	2,75	10,81	2,70
	Карамба	-	2,48	3,43	2,75	2,63	11,29	2,82
		Ревитаплант Крестоцветные	4,10	3,72	2,55	3,22	13,59	2,99

Дисперсионный анализ

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Критерии Фишера		Sd	НСР
				F _ф	F ₀₅		
Общая	15,09	47	-	-	-	-	-
Фактор А	5,13	2	2,56	20,85	3,32	0,12	0,25
Фактор В	3,85	1	3,85	31,30	4,17	0,10	0,21
Фактор С	1,17	1	1,17	0,51	4,17	0,10	0,21
Взаимодействие АВС	0,21	2	0,10	0,84	3,32	0,14	0,29
Остаток (ошибки)	4,06	33	0,12	-	-	-	-

$S_x = 0,18$; $S_d = 0,25$; $НСР_{05} = 0,50$.

Акт внедрения результатов исследований в КФХ Пеньшин Рязанской области

Индивидуальный предприниматель Пеньшин С.А. глава КФХ
(ИП Пеньшин С.А. глава КФХ)
Адрес: 391710, Рязанская область, Михайловский район, с. Машково. ИНН/КПП
620800050810 ОГРН 306621929800011

АКТ

проведения производственной проверки результатов исследований на озимом рапсе, проводившегося с участием аспиранта ФГБОУ ВО РГАТУ Сазонкина Кирилла Дмитриевича (руководитель – д.б.н., профессор Виноградов Д.В.) в условиях ИП Пеньшин С.А. глава КФХ, Михайловского района Рязанской области

В 2020-2022 гг. проведены производственные агроэкологические испытания 6 сортов и гибридов озимого рапса с выявлением продуктивности культуры на различных уровнях воздействия микробиологических препаратов.

Результаты исследований и рекомендации, внедренные на общей площади 12 га, подтвердили высокую продуктивность озимого рапса возделываемых в комплексе с применением препаратов Рау Актив 0,5 л/га + Азотовит 1,0 л/га; Рау Актив 0,5 л/га + Азотовит 1,0 л/га; Рау Актив 0,5 л/га + Азотовит 1,0 л/га + Фосфатовит, 1,0 л/га.

В среднем, за два года испытания, максимальная урожайность озимого рапса 34,6 ц/га получена на варианте с гибридом Мерседес комплексного использования Рау Актив 0,5 л/га + Азотовит 1,0 л/га + Фосфатовит, 1,0 л/га с обработкой в фазу 2-4 настоящих листьев.

Урожайность семян озимого рапса, выращенного с использованием предложенных Сазонкиным К.Д. элементов технологии, была выше урожайных показателей, получаемых по общепринятой технологии, принятой в ИП Глава КФХ Пеньшин С.А. на 9,5-21,4%, в зависимости от варианта. Производственные испытания подтвердили высокую агрономическую и экономическую эффективность предложенных элементов технологии.

Глава КФХ



Акт составлен: 09.09.2022 г.

Пеньшин Сергей Александрович

Акт внедрения результатов исследований в ООО «ТуламашАгро»
Московской области

Общество с Ограниченной Ответственностью «ТуламашАгро»
Юридический адрес: 140603, Московская область, г. Зарайск, д. Гололобово, зд. 1,
ком. 5. ИНН 5014012407 КПП 501401001 ОГРН 1195022002691

АКТ

проведения производственной проверки результатов исследований на сортах и гибридах озимого рапса, проводившихся с участием аспиранта ФГБОУ ВО РГАТУ Сазонкина Кирилла Дмитриевича (руководитель – д-р. биол. наук, профессор Виноградов Д.В.) в условиях ООО «ТуламашАгро», Зарайского района, Московской области

Проведенные в 2021-2023 гг. производственные агроэкологические испытания изучаемых сортов и гибридов озимого рапса с выявлением наиболее высокой продуктивности культуры на фоне различных микробиологических и органоминеральных удобрений показали целесообразность внедрения в технологию возделывания рапса озимого на семена исследуемых элементов агротехники.

Результаты исследований и рекомендации апробировались на общей площади 24 га, подтвердили высокую продуктивность озимого рапса возделываемых в комплексе с применением препаратов Ора старт 1,0 л/га; Ора старт 1,0 л/га + Азотовит 1,0 л/га; Ора старт 1,0 л/га + Фосфатовит 1,0 л/га; Ора старт 1,0 л/га + Рау Актив 0,5 л/га + Азотовит 1,0 л/га + Фосфатовит, 1,0 л/га; Карамба + Ревитаплант Крестоцветные 1,0 л/га.

В среднем за два года испытаний, максимальная прибавка урожая отмечена на вариантах с обработкой Ора старт + Азотовит 1,0 л/га + Фосфатовит сорта Северянин (1,96 т/га) и гибрида Лексион (2,42 т/га) и препаратах Карамба + Ревитаплант Крестоцветные гибрида Лексион (3,21 т/га).

От внедрения результатов и рекомендаций получен положительный эффект (рентабельность вариантов 67,5-101,4%), который выражен в существенных изменениях структуры урожая сортов и гибридов рапса озимого, что несет в себе высокую агрономическую и экономическую эффективность для возделывания растений озимого рапса на больших площадях.

Главный агроном
ООО «ТуламашАгро»



Бочковский Г.И.

Акт внедрения результатов исследований в ООО «ПЛАМЯ»
Рязанской области

Общество с Ограниченной Ответственностью «ПЛАМЯ»
(директор Лебедев В.Л. на основании Устава)
Юридический адрес: 391226, Рязанская область, м.р-н Кораблинский,
с.п. Ковалинское, д. Ковалинка, ул. Молодежная д.1
ИНН 6206002725 КПП 620601001 ОГРН 1046226000523

**АКТ
ВНЕДРЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЫ В ПРОИЗВОДСТВО**

проведения производственной проверки результатов исследований в посевах озимого рапса, проводившихся с участием аспиранта ФГБОУ ВО РГАТУ Сазонкина Кирилла Дмитриевича (научный руководитель – д-р. биол. наук, профессор Виноградов Д.В.) в условиях ООО «ПЛАМЯ», Кораблинского района, Рязанской области

Результаты исследований и рекомендации, содержащиеся в диссертации, прошли испытания в условиях реального производства в 2021 – 2023 гг. на землепользовании ООО «ПЛАМЯ» Кораблинского района Рязанской области на площади 21 га.

В среднем, при проведении апробации максимальная урожайность была зафиксирована на варианте Карамба + Ревитаплант Крестоцветные, 1,0 л/га на гибриде Ксенон – 3,14 т/га; на гибриде Рохан – 2,86 т/га; на сорте Северянин – 2,68 т/га.

Рекомендации по применению органоминерального удобрения и росторегулирующего фунгицида показали свою эффективность в комплексном использовании на растениях озимого рапса сорта Северянин и гибридах Рохан и Ксенон, где прибавка урожая составила в среднем от 4,2 до 25,6%.

Проведенная в течение двух лет производственная проверка доказывает высокую экономическую, агрономическую и научную составляющие при возделывании растений рапса озимого на семена в условиях юга Нечерноземной зоны России.

Директор
ООО «ПЛАМЯ»

Лебедев Василий Леонидович

