

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский  
институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»

На правах рукописи



Сердюк Оксана Анатольевна

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ  
МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ  
ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ  
ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор  
Шутко Анна Петровна

Краснодар – 2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	17
1.1 Распространенность и вредоносность инфекционных болезней масличных культур семейства Капустные.....	18
1.2 Методологические подходы к защите масличных культур семейства Капустные.....	39
2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	60
2.1. Почвенно-климатические условия места проведения исследований.....	61
2.2 Погодные условия в годы проведения исследований.....	64
2.3 Материалы и методы проведения исследований.....	68
2.3.1 Методика проведения полевых исследований.....	69
2.3.2 Методика проведения лабораторных исследований.....	79
3 МИКРОФЛОРА АГРОЦЕНОЗОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ: БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ .....	94
3.1 Видовой состав комплекса возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.....	94
3.2 Симптомы проявления и органотропная специализация болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.....	99
3.3 Экологические характеристики фитопатогенов – возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в зависимости от растения-хозяина.....	131
3.4 Комплекс почвенных микромицетов в агроценозах масличных	

культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.....	147
4 ВРЕДНОСТЬ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....	160
5 ОЦЕНКА ПОРАЖАЕМОСТИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ БОЛЕЗНЯМИ КАК ЭЛЕМЕНТ НАУЧНО- ОБОСНОВАННОЙ СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ ЗАЩИЩЕННЫХ СОРТОВ.....	186
5.1 Иммунологическая оценка сортимента масличных культур семейства Капустные на предмет поражения болезнями.....	187
5.2 Оценка селекционного материала масличных культур семейства Капустные селекции ВНИИМК на устойчивость к болезням в полевых условиях на естественном инфекционном фоне.....	190
5.3 Оценка селекционного материала масличных культур семейства Капустные селекции ВНИИМК на устойчивость к фомозу в полевых условиях при искусственном заражении.....	215
5.4 Оценка селекционного материала масличных культур семейства Капустные селекции ВНИИМК на устойчивость к болезням в лабораторных условиях при искусственном заражении.....	217
5.5 Оценка селекционного материала масличных культур семейства Капустные селекции ВНИИМК на устойчивость к фомозу и фузариозному увяданию в лабораторных условиях при использовании метаболитов возбудителей болезней.....	230
6 БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ КОМПЛЕКСА ФИТОПАТОГЕНОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....	236
6.1 Биологическая эффективность предпосевной обработки семян	

масличных культур семейства Капустные фунгицидными протравителями.....	237
6.2 Биологическая эффективность фунгицидов в отношении листо-стеблевых болезней и болезней генеративных органов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.....	259
6.3 Влияние фунгицидов с ретардантным действием на перезимовку озимых рапса и горчицы сарептской в условиях степной зоны Западного Предкавказья.....	287
6.4 Система химической защиты агроценозов масличных культур семейства Капустные от комплекса инфекционных болезней в условиях степной зоны Западного Предкавказья.....	291
7 ПРИНЦИПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....	300
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	307
ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ.....	313
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	315
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	377

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** В разных странах мира, выращивающих масличные культуры, одно из ведущих мест занимают культуры семейства Капустные, в их число входят: рапс (*Brassica napus* L.), горчица сарептская (*Brassica juncea* (L.) Czern), горчица белая (*Sinapis alba* L.), горчица черная (*Brassica nigra* L.) и рыжик (*Camelina sativa* (L.) Crantz) (Rahman et al., 2018). Устойчивая положительная динамика посевных площадей масличных культур в мире связана с использованием растительного масла не только в пищевых целях, но и для решения важных технологических задач в различных отраслях промышленности.

Экспертно-аналитический центр агробизнеса со ссылкой на Росстат отмечает, что в 2025 году общая площадь масличных культур в России достигла 21,064 млн гектаров, что на 11,7% больше, чем в прошлом году. Из них на долю рапса, как ведущей масличной культуры семейства Капустные приходится 2 960,2 тыс. га (АБ-центр, 2025).

Основные районы возделывания масличных культур – Северный Кавказ, Центрально-Черноземная зона, Поволжье, Западная Сибирь и Дальний Восток. Почвенно-климатические условия степной зоны Западного Предкавказья благоприятны для возделывания всех выше указанных культур.

Одним из основных препятствий для получения высококачественного урожая семян масличных культур семейства Капустные являются инфекционные болезни: фомоз, альтернариоз, фузариоз, склеротиниоз и др., которые наносят существенный вред качественным и количественным характеристикам урожая (Pedras et al., 2002; Сердюк, 2005; Сердюк и др., 2015; Сердюк, Сердюк, 2016; Dixit et al., 2020). Вредоносность болезней может достигать 50 % (Paul, 1992; Трубина и др., 2020).

Основополагающий метод снижения потерь урожая сельскохозяйственных культур от болезней – селекция устойчивых или толерантных сортов и гибридов (Карпачев, 2006; Мамедова, 2010; Тарасевич,

Колоколова, 2013). Однако, на сегодняшний день, сельхозтоваропроизводители наиболее часто применяют химические средства защиты растений (Bolton et al., 1992; Föllner et al., 2000; Ijaz, Honermeier, 2012).

Наиболее эффективно снизить вредоносность болезней сельскохозяйственных культур позволяет система интегрированной защиты растений на основе селекционно-генетического, организационно-хозяйственного, агротехнического, биологического и химического методов защиты растений, важными элементами которой являются методы и способы фитосанитарного контроля в звеньях агроэкологической системы (фитоэкспертиза семян, состояние почвенной биоты, учет распространенности болезней и др.); методы и способы профилактического воздействия на агроценозы для нейтрализации угрозы фитоценозу размножением и развитием патогенов, например, подбор устойчивых высокопродуктивных сортов; методы и способы применения средств защиты растений (Дубровин, 2014). При этом современная система интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от вредных организмов обязательно должна быть нацелена на экологическую безопасность.

В условиях степной зоны Западного Предкавказья в 2009 г. была предложена зональная система интегрированной защиты (СИЗ) посевов рапса от вредителей и болезней (Пивень и др., 2009), которая базировалась на агротехнических мероприятиях (четырёх-шестипольный севооборот; дисковое лущение стерни предшественника на глубину 10-15 см и интенсивное рыхление почвы, применение микроэлементов в системе удобрения), которые способствуют оптимальному росту и развитию растений рапса и формированию физиологического иммунитета растений, а также на применении в осенний период рекомендованных для защиты вегетирующих растений рапса фунгицидов, содержащих тебуконазол.

На сегодняшний день данная система не в полной мере обеспечивает ожидаемую биологическую эффективность в силу таких объективных причин, как изменение сортимента масличных культур и элементов системы земледелия

в условиях Западного Предкавказья. Более того, защита посевов рыжика и разных видов горчицы от болезней до сих пор осуществляется преимущественно химическим методом.

Таким образом, комплексные исследования, направленные на изучение состава доминирующих болезней озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной в условиях степной зоны Западного Предкавказья, биоэкологических особенностей их проявления, методов и способов защиты с целью усовершенствования системы интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные являются актуальными.

### **Степень разработанности темы.**

Изучением распространенности и вредоносности болезней масличных культур семейства Капустные, симптоматикой проявления, видового состава и биоэкологических особенностей их возбудителей в разных странах занимались: В.И. Билай (1973, 1977), А.А. Милько (1974), Н.М. Пидопличко (1977), В.Ф. Пересыпкин (1986, 1989), E. Koch et al. (1989), И.Л. Марков (1991), Л.Г. Портенко (1997, 1998), В.Л. Howlett (2004), О.А. Сердюк (2005, 2006, 2008), Е.Л. Гасич (2005), Е.Ю. Торопова (2005), В.В. Солдатова, В.Т. Пивень (2006), Л.М. Соколова (2018) и др. Исследования М.А. Литвинова (1967), Д.Г. Звягинцева (1987), Г.Ф. Першиной, Л.Т. Тиминой (1989), Н.А. Lamey (1995, 1996), Ю.М. Возняковской (1995), В.И. Абеленцева (1998), S.M. Coakley et al. (1999), Г.Ф. Монахоса (2000), К.Л. Алексеевой, Е.А. Иванцовой (2009), В.А. Чулкиной и др. (2010), Н.Х. Мамедовой (2010), М.М. Левитина (2012), А.А. Постовалова (2012, 2018, 2021), А.А. Тарасевич, Н.Н. Колоколовой (2013), М.И. Ивановой (2015), В.И. Долженко (2018), И.В. Атанова и др. (2022) посвящены проблемам фитосанитарного мониторинга, почвенной микробиологии, иммунитета растений, эффективности применения пестицидов для защиты посевов масличных культур от фитопатогенов.

**Цель работы** заключалась в повышении урожайности и качества маслосемян озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной в условиях степной зоны Западного

Предкавказья путем усовершенствования системы интегрированной защиты от инфекционных болезней.

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

- оценить фитосанитарное состояние агроценозов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья, установить видовой состав доминирующих патогенных организмов, описать диагностические признаки болезней, органотропную специализацию и биоэкологические особенности их возбудителей, а также вредоносность болезней применительно к конкретным культурам;

- провести сравнительную оценку поражаемости сортов и селекционных образцов масличных культур семейства Капустные доминирующими инфекционными болезнями на естественном и искусственном инфекционном фоне;

- изучить биологическую эффективность протравителей семян, фунгицидов для обработки вегетирующих растений в отношении болезней, а также биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность их комплексного применения в системе химической защиты масличных культур семейства Капустные;

- разработать зональную систему интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные для степной зоны Западного Предкавказья.

#### **Научная новизна.**

Уточнен современный видовой состав возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Выявлено, что инфекционные болезни озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной при современных системах земледелия вызывают представители отделов *Proteobacteria* (Царство *Bacteria*), *Oomycota* (Подцарство SAR (*Stramenopiles* + *Alveolata* + *Rhizaria*)), *Ascomycota*, *Mucoromycota*, *Basidiomycota*, *Chytridiomycota* (Царство *Fungi*), а также типов *Nematoda* (Царство *Animalia*) и *Tenericutes* (Царство *Bacteria*).

Впервые установлена разница в диагностических признаках проявления мучнистой росы рыжика ярового и пероноспороза рыжика озимого в сравнении с симптомами данных болезней на других масличных культурах семейства Капустные.

Впервые описана филогенетическая специализация патогенов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья: возбудитель белой ржавчины приурочен к яровым рапсу, горчице белой, рыжику, а также рыжику озимому; черной ножки – к озимым и яровым рапсу и горчице сарептской; пепельной гнили – к яровым культурам; ботридиоз – к озимым рапсу и горчице сарептской; вертициллезного увядания – к озимому и яровому рапсу, а также горчице сарептской яровой. Возбудители следующих болезней поражали все изученные культуры за исключением: для бактериального увядания – горчицы черной; гетеродеза и фомоза – озимого и ярового рыжика; фитоплазма – горчицы белой и горчицы черной. В части органотропной специализации установлено, что к корню и стеблю масличных культур семейства Капустные приурочено наибольшее количество изученных видов фитопатогенов – 64,5 и 61,3 % соответственно, к листу и стручку – 48,4 и 38,7 %, соответственно. Наименьшее количество видов выделяется из семян – 25,8 %.

Впервые установлено, что в условиях степной зоны Западного Предкавказья уровень увлажнения среды с первой декады мая по вторую декаду июля (период проявления симптомов всех болезней на растениях) максимальное влияние оказывает на распространенность болезней рыжика озимого (сильная положительная корреляция по белой ржавчине, средняя положительная – по пероноспорозу, склеротиниозу и фузариозному увяданию, умеренная положительная – по альтернариозу и умеренная отрицательная – по мучнистой росе и бактериальному увяданию).

Впервые показано, что в условиях степной зоны Западного Предкавказья в почве агроценозов яровых горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика показатели обилия грибов *Trichoderma* Pers. к моменту

созревания культур составляли 58,9-85,4 %, что позволяет отнести их к рангу абсолютных доминант. Максимальное увеличение доли грибов *Trichoderma* Pers. и максимальное снижение – грибов *Fusarium* Link отмечены в почве агроценоза горчицы белой.

Впервые выявлено, что в условиях степной зоны Западного Предкавказья для яровых масличных культур семейства Капустные наиболее вредоносными из доминирующих болезней являлись фузариозное увядание и альтернариоз, для озимых – фомоз и альтернариоз.

Впервые созданы устойчивые к фузариозному увяданию сорт горчицы сарептской яровой Галатей и сорт горчицы белой Пиканто, включенные в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию».

Впервые в условиях степной зоны Западного Предкавказья предложена усовершенствованная зональная система интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные, базирующаяся на методах фитосанитарного мониторинга, иммуногенетической и химической защиты растений.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Теоретическая значимость работы заключается в усовершенствовании концепции системы интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные от болезней, которая базируется на научно обоснованном регламенте фитосанитарного мониторинга агроценозов озимых и яровых масличных культур семейства Капустные, использовании устойчивых сортов и гибридов, а также экологически малоопасных химических средств защиты растений с учетом фенологических особенностей защищаемых культур.

Практическая значимость работы заключается в совершенствовании имеющихся и разработке новых методов оценки устойчивости селекционного материала к доминирующим инфекционным болезням в лабораторных и полевых условиях. Впервые разработана шкала оценки степени устойчивости масличных культур семейства Капустные (озимых рапса и горчицы сарептской) к болезням в полевых условиях.

Впервые разработан оригинальный метод оценки озимых рапса и горчицы сарептской на устойчивость к фомозу в полевых условиях при искусственном инфицировании.

Впервые разработаны методы лабораторной оценки селекционного материала на устойчивость горчицы сарептской озимой – к фомозу, яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика – к фузариозному увяданию.

Усовершенствованы методы лабораторной оценки селекционного материала рапса озимого на устойчивость к фомозу, яровых рапса и горчицы сарептской – к фузариозному увяданию.

Разработаны эффективные приемы химической защиты масличных культур семейства Капустные от наиболее вредоносных болезней путем протравливания семенного материала и обработки вегетирующих растений. Результаты исследований внедрены в производство на посевах рапса озимого в ПОА «Племзавод им. В.И. Чапаева» (Краснодарский край, муниципальное образование Динской район) и на посевах горчицы сарептской яровой в ЗАО «ФЭС Семена» (Ставропольский край, Шпаковский муниципальный округ). Общая площадь внедрения составила 20 га.

**Методология и методы исследований.** Методология исследований основана на классических и современных разработках российских и зарубежных авторов в вопросах ограничения распространенности и развития возбудителей болезней растений. Были использованы общепринятые теоретические (аналитический и статистический), экспериментальные (полевые и лабораторные) методы (Селянинов, 1930; Наумов, 1937; Драховская, 1962; Жербеле, 1963; Сидорова, 1965; Литвинов, 1967; Доспехов, 1968, 1988; Билай, 1973; Милько, 1974; Пидопличко, 1977; Хоулт, 1980; Великанов и др., 1980; Gerlach, 1982; Груздев, Афанасьева, 1983; Simmons, 2007), а также оригинальные методы, разработанные в ходе исследований.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Агроклиматические условия степной зоны Западного Предкавказья благоприятны для развития в агроценозах масличных культур семейства

Капустные комплекса фитопатогенных организмов различной этиологии с характерными для каждой конкретной культуры симптомами, органотропной и филогенетической специализацией, биоэкологическими особенностями и вредоносностью.

2. Системный подход к совершенствованию зональной системы интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные, основанной, преимущественно, на агротехническом методе защиты растений, включает научно-обоснованные фитосанитарный мониторинг, подбор наименее поражаемых доминирующими фитопатогенами сортов, а также систему химической защиты растений, и обеспечивает оптимизацию жизнедеятельности растений и повышение урожайности.

**Степень достоверности и апробация результатов исследований.** Достоверность результатов исследований подтверждается современными методами исследований, большим объемом лабораторных и полевых экспериментальных данных и длительным сроком исследований, а также статистической обработкой полученных результатов. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждались на: научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС «Вклад ВОГиС в решение проблем инновационного развития России» (Краснодар, 2012); III-ей всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов «Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции» (Краснодар, 2016); международной научно-практической конференции «Научное обеспечение производства риса и овощебахчевых культур в современных условиях» (Краснодар, 2016); II международной научно-практической интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» (Соленое Займище, 2017); II международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и

пищевой продукции» (Краснодар, 2017); 8-ой международной научно-практической конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов» (Краснодар, 2017); 41-й международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки» (Москва, 2018); международной конференции «Роль науки в формировании современной виртуальной реальности» (Новосибирск, 2018); международной конференции «Приоритетные направления научных исследований» (Волгоград, 2018); III международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции» (Краснодар, 2019); всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства» (Белгород, 2019); международной научно-практической конференции «Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса» (Соленое займище, 2019); международной научно-практической конференции с элементами школы молодых ученых «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства» (Краснодар, 2019); III международной научно-практической конференции «Русское поле» (Краснодар, 2019); международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития аграрной науки в условиях изменяющегося климата» (Краснодар, 2019); всероссийской (национальной) конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (Краснодар, 2019); всероссийской научной конференции с международным участием «Растениеводство и луговое хозяйство» (Москва, 2020), BIO Web of Conferences "XI International Scientific and Practical Conference "Biological Plant Protection is the Basis of Agroecosystems Stabilization" (Krasnodar, 2020); international scientific and practical conference "Development of the agro-Industrial complex in the context of robotization and digitalization of production in Russia and abroad" (Yekaterinburg, 2020); 9-ой, 10-ой и 11-ой международной научно-практической конференции «Защита растений

от вредных организмов» (Краснодар, 2019, 2021, 2023); международной научно-практической конференции «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата» (Саратов, 2021); international conference on Agricultural science and engineering (Miichurinsk, 2021); международной научно-практической конференции «Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур» (Краснодар, 2021); V international scientific conference "Current state, problems and prospects for the development of agricultural science" (Simferopol, 2021); international scientific and practical conference "Development of the agro-industrial complex in the context of robotization and digitalization of production in Russia and abroad (Yekaterinburg, 2021); international scientific and practical conference "VAVILOV READINGS-2021" (VVRD 2021) dedicated to the 101<sup>st</sup> anniversary of the discovery of the law of homological series and the 134<sup>th</sup> anniversary of the birth of N. I. Vavilov (Saratov, 2021); II international scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science" (Smolensk, 2022); international scientific and practical conference "Current Issues of Biology, Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops" (Krasnodar, 2022); international scientific and practical conference "Technology in agriculture, energy and ecology" (Dushanbe, Republic of Tajikistan, 2022); VII международной научно-практической онлайн-конференции «Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы» (Майкоп, 2022); международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова «Вавиловские чтения – 2022 (Саратов, 2022); международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата» (Краснодар, 2023); V международной научно-практической конференции, посвященной 5-летию со дня образования Курского ФАНЦ «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов» (Курск, 2023); международной научно-практической конференции

«Приоритетные научные исследования в области производства и переработки плодоовощного сырья и винограда» (Махачкала, 2023); XXVI международном научно-практическом форуме «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Евразии, посвященный памяти академика Б. Бямбаа» (Улаанбаатар, Монголия, 2023); международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию основания института «Фитосанитарная безопасность: угрозы, вызовы и пути решения» (Алматы, Казахстан, 2023), International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture (EESTE 2023) (Душанбе, Таджикистан, 2023).

**Личный вклад автора.** Теоретические и экспериментальные исследования выполнены лично автором: определены тема, актуальность, проблематика, сформулированы цель и задачи; составлен план, методические подходы к его реализации, разработана схема постановки лабораторных и полевых опытов, которые были выполнены на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК). Автором осуществлены обработка, анализ и интерпретация полученных экспериментальных данных; сформулированы научные положения, сделаны выводы и предложения селекционной практике и производству, написаны публикации по теме выполненной работы, в том числе с выступлениями на конференциях разного уровня. Автором также подготовлена рукопись диссертации и автореферата.

**Публикации.** По результатам исследований опубликовано 70 печатных статей общим объемом 25,50 п.л. (личный вклад автора – 21,80 п.л.), которые отражают основное содержание диссертации, в том числе: 19 – в журналах, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки Российской Федерации, 12 – в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science. Опубликовано 2 монографии общим объемом 24,07 п.л. (личный вклад

автора – 19,01 п.л.), получено в соавторстве два Авторских свидетельства: на сорт горчицы сарептской Галатея и сорт горчицы белой Пиканто.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, предложений селекционной практике и производству, списка литературы и приложений. Материалы исследований изложены на 420 страницах компьютерного текста, содержат 99 таблиц, 56 рисунков, 9 приложений. Список цитируемой литературы включает 492 источника, из них 193 – иностранных авторов.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю признательность и глубокую благодарность научному консультанту, доктору сельскохозяйственных наук, профессору А.П. Шутко за ценные замечания и оказание консультативной помощи в написании диссертационной работы, заведующей отделом селекции рапса и горчицы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, кандидату биологических наук Л.А. Горловой и заведующей лабораторией селекции горчицы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, кандидату сельскохозяйственных наук В.С. Трубиной за оказанную помощь и поддержку в решении поставленных задач.

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Масличные культуры семейства Капустные возделывают, в первую очередь, для получения масла, используемого в пищевой, технической и химико-фармацевтической отраслях промышленности (Дудченко и др., 1989). Жмых (шрот) рапса, горчицы и рыжика является качественным высокобелковым кормом для животных (Бочкарева, Сердюк, 2000). Кроме этого, масличные культуры семейства Капустные обладают отличительными особенностями: в масле рапса наиболее оптимальное соотношение незаменимых омега-3 и омега-6 жирных кислот (Woźniak et al., 2019), семена и жмых горчицы сарептской применяют в лечебных целях и как приправу (Szöllösi, 2020); горчицу белую возделывают в качестве сидеральной культуры, улучшающей качество почвы, снижающей содержание фитопатогенных микромицетов (Friberg et al., 2009), а также как кормовое растение – зеленая масса хорошо силосуется (Мерлин, 2008), экстракт семян горчицы черной обладает антипролиферативным эффектом против клеток рака легких человека (Ahmed et al., 2020), рыжиковое масло характеризуется высоким содержанием токоферолов с уникальным уровнем стабильности к окислению (Ehrensing, Guy, 2008), эффективно снижает уровень липидов низкой плотности в крови человека (Erkkilä et al., 2021).

Рапс, разные виды горчицы и рыжик возделывают во многих странах мира. Посевные площади под озимым и яровым рапсом составляют около 44,1 млн га, разных видов горчицы – 3,0 млн га. Площади, занимаемые рыжиком, значительно ниже, составляя 31 тыс. га, однако себестоимость возделывания этой культуры существенно ниже по сравнению с другими масличными культурами (IGC ... , 2024; Оздоровить почву ... , 2025; Перспективы и проблемы ... , 2025). Урожайность этих культур может достигать: рапса озимого 4,5; ярового – 2,5; горчицы сарептской озимой и яровой – 3,5; горчицы белой и черной – 2,0; рыжика озимого – 3,0; рыжика ярового – 1,5 т/га.

Экономическая эффективность возделывания масличных культур семейства Капустные во многом определяется эффективностью защиты растений от комплекса вредных организмов, в том числе фитопатогенов.

### **1.1 Распространенность и вредоносность инфекционных болезней масличных культур семейства Капустные**

В разных странах растения масличных культур семейства Капустные с момента попадания семян в почву и на протяжении всей вегетации подвержены поражению инфекционными болезнями разной этиологии. Видовой состав возбудителей, частота встречаемости и вредоносность болезней на культурах различны в зависимости от региона возделывания (Zanetti et al., 2017; Załuski et al., 2020).

При возделывании в разных странах масличные культуры семейства Капустные в течение вегетации поражаются примерно одинаковым спектром болезней. Так, зарубежными авторами в Китае и Польше описаны на рыжике симптомы пероноспороза, мучнистой росы, фузариоза, склеротиниоза, альтернариоза (Yuan, Li, 2020; Załuski et al., 2020), на горчице белой – альтернариоза (Dixit et al., 2020); в России описаны симптомы поражения рапса пероноспорозом, фомозом, белой ржавчиной, альтернариозом, мучнистой росой, склеротиниозом, серой гнилью, бактериозом, гетеродезом, фитоплазмозом, черной ножкой (Пересыпкин др., 1986; Григорьев, Постовалов, 2018; Постовалов, 2021), горчицы сарептской – альтернариозом, мучнистой росой, пероноспорозом, фузариозом (Сердюк, 2005).

Альтернариоз, или черную пятнистость, вызывают грибы рода *Alternaria* Nees. Болезнь распространена особенно в странах с достаточным увлажнением (Konn et al., 1984; Gaetan, Madia de Chaluat, 1998). Альтернариоз поражает большинство сельскохозяйственных культур, и в том числе масличных культур семейства Капустные, во всем мире (Sokhi, Joshi, 1974; Calvet et al., 2005; Соколова, 2018; Wadu et al., 2021), в результате чего «на всех надземных

органах растений образуются сухие некрозы, покрывающиеся во влажную погоду черным спороношением патогенов. При поражении альтернариозом листьев уменьшается их здоровая поверхность, что приводит к снижению фотосинтетической активности растений. При попадании инфекции на стручки поражаются семена, что приводит к снижению их качества, а часто и гибели» (Serdyuk et al., 2020). При поражении растений горчицы сарептской альтернариозом потери урожая семян могут составлять до 70 % (Gupta et al., 2020), рапса – 20-42 % (Портенко, 1997). При поражении стручков мицелий может глубоко проникать в зародыш семян, в результате чего они недоразвиваются и всхожесть их снижается на 30,0-46,0 %, а масличность – на 0,9-2,0 % соответственно в зависимости от фазы вегетации, в которой были поражены растения (Ansari et al., 1988; Сердюк, 2006; Лукомец и др., 2010; Сердюк, 2011; Khan et al., 2015).

Споры патогенов прорастают при температуре плюс 5-35 °С, оптимум – плюс 20 °С, мицелий патогенов растет при  $t = 0$ -плюс 30 °С, оптимум – плюс 25 °С (Сердюк, 2008). «Благоприятствует развитию болезни высокая относительная влажность воздуха (выше 80 %), частые атмосферные осадки с ветром, при температуре плюс 22-24 °С в период налива и созревания семян и загущенность посевов. Во влажную погоду болезнь принимает характер эпифитотии и может вызывать преждевременное «созревание» растений, что проявляется в растрескивании стручков и образовании недоразвитых семян. Способствует поражению этой болезнью смена влажной погоды на сухую и наоборот. Возбудители болезни сохраняются в виде конидий и грибницы на пораженных листьях озимого рапса, на растительных послеуборочных остатках культур семейства Капустные, сорных растениях семейства Капустные, в почве, семенах. Пораженные альтернариозом листья являются источником инокулюма для заражения стручков» (Лукомец и др., 2020).

Фузариоз является одной из самых опасных болезней сельскохозяйственных культур в разных странах мира, резко снижающих их урожай (Билай, 1977; Еюбов и др., 2009; Xing et al., 2016; Соколова, 2018;

Говердовская и др., 2023). Болезнь проявляется в виде корневых гнилей или трахеомикозного увядания растений (Овсянкина, 2015; Divakaran, Babu, 2016). Возбудителями болезни являются грибы рода *Fusarium* Link (Портенко, Никоноренков, 1998; Ludewig et al., 2002).

«Грибы рода *Fusarium* распространены повсюду и занимают различные экологические ниши» (Shyder, Toussoun, 1965), «они теплолюбивы и особенно сильно развиваются в жаркую погоду. С уменьшением влажности почвы степень поражения растений болезнью повышается» (Довгаль, 1968). Развиваются грибы рода *Fusarium* при температуре от плюс 10 до 35 °С. Оптимальной для них является температура плюс 18-27 °С, влажность почвы 40-70 % от полной влагоемкости (Пересыпкин, 1986, 1989).

Заражение растений рапса и горчицы сарептской возбудителями болезни происходит через клетки эпидермиса чехлика корня. У молодых растений происходит сгнивание корней (Daly, Tomkins, 1997). У взрослых растений мицелий грибов распространяется по сосудам в стебле, забивая их, в межклеточных пространствах и иногда заходит в полость клеток. Внутри растения патогены выделяют токсины и широкий спектр гидролитических ферментов (ксиналаза, амилаза), разрушающих его ткани. Это вызывает преждевременное высыхание растений, и, как следствие, снижение урожая и качества семян (Lange et al., 2007; Еюбов и др., 2009; Nehra et al., 2021).

Ущерб, причиняемый болезнью, в значительной степени зависит от времени ее появления (Никоноренков В.А. и др., 1999). Растения, пораженные на ранних фазах развития (до начала цветения), вообще не формируют урожай. При развитии болезни в более поздних фазах вегетации масса семян с пораженного фузариозом растения рапса снижается в 1,9-4,7 раз, масса 1000 семян – в 1,5-3,8 раза, полевая всхожесть семян – в 1,4-1,8 раз, масличность семян – на 4-7 % по сравнению со здоровым растением (Лукомец и др., 2012).

Фомоз, или сухая гниль, также является опасной болезнью в мировом масштабе для многих сельскохозяйственных культур, вызывается грибом *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not (West et al., 2001; Howlett, 2004).

В Мексике поражение фомозом, вызываемым *L. maculans*, наносило огромный вред урожаю брокколи (Moreno-Rico et al., 2001). Снижение урожая рапса от поражения болезнью в Америке и странах Европы варьировало от 5-20 до 75-90 % (Gugel, Petrie, 1992; Lamey, Hershman, 1993; Fitt et al., 2006). В Австралии потери урожая семян рапса от поражения болезнью достигали 48 % (Tollenaere et al., 2012).

В 2004 г. на Майкопской опытной станции ВИР и опытных полях ВНИИБЗР (г. Краснодар) распространенность фомоза составила 60-100 и 15-20 % соответственно. По морфологии колоний, скорости их роста выделенные изоляты из растений рапса, собранных в обеих точках исследований, отнесли к менее патогенному виду *L. biglobosa* (Гасич, 2005).

В последнее десятилетие на основе различий по морфолого-культуральным, молекулярным, биохимическим признакам, а также патогенности из вида *L. maculans* выделен самостоятельный вид *L. biglobosa* R.A. Shoemaker & H. Brun (Koch et al., 1991; Stonard et al., 2009). Ранее эти виды относились к двум группам изолятов одного вида *L. maculans* (группы А и В). Группа В (сейчас *L. biglobosa*) являлась, по разным источникам, неагрессивной, или слабо вирулентной (Koch et al., 1989; Sippel, Hall, 1995).

Первые признаки фомоза отмечаются на первых листьях рапса в виде округлых серо-коричневых некрозов диаметром 1-2 см с множеством пикнид на поверхности. Ткань листа в центре некроза становится сухой, легко разламывается. Вокруг некроза отмечается узкая полоса желтоватой ткани. Симптомы заболевания на листьях, вызванные изолятами обоих видов, довольно схожи, однако имеются небольшие отличия: некрозы, вызываемые *L. biglobosa*, меньшего размера, с меньшим количеством пикнид или совсем без них (Johnson, Lewis, 1994). При более позднем развитии, в фазе зеленого стручка болезнь проявляется на стеблях, обычно в непосредственной близости к пазухам черешков нижних и средних листьев в виде изъязвлений (рак стеблей). Поражение стебля на уровне почвы (корневой рак и некроз шейки) часто

распространяется на корневую систему, вызывая черные изъязвления и корневую сухую гниль (Сердюк и др., 2011).

При проникновении инфекционного начала *L. biglobosa*, являющегося менее агрессивным, внутрь тканей стебля рапса возможно побурение сердцевины без проявления внешних признаков болезни, которую можно выявить только при продольном разрезе стебля (Лукомец и др., 2020).

При температуре плюс 21-23 °С инкубационный период для изолятов *L. maculans* длится пять суток, при 13 °С – увеличивается до 8 суток. Для изолятов *L. biglobosa* – двое и семь суток соответственно (Biddulph et al., 1999).

Склеротиниоз, или белая гниль, вызывается грибом *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Этот патоген поражает 408 видов, 278 родов и 75 семейств растений, включая экономически важный рапс масличный (Barbetti et al., 2014; Bradley et al., 2006).

Поражение посевов рапса и горчицы этой болезнью при благоприятных для развития возбудителя погодных условиях может привести к значительному ухудшению показателей урожая: масса 1000 семян с растений, пораженных склеротиниозом, снижается в 1,2-1,5 раз, масличность – на 3,0-4,0 % по сравнению с семенами со здоровых растений (Солдатова, Пивень, 2006). Во время проникновения в ткани растения-хозяина патоген продуцирует большое количество некрозообразующего токсина – щавелевой кислоты (Godoy et al., 1990).

При поражении склеротиниозом растения могут полностью высыхать, стебли в местах поражения переламываются, семена преждевременно созревают и высыпаются. Размеры мест поражения могут составлять от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{3}{4}$  длины стебля. На поверхности и внутри пораженных тканей образуются склероции (Лукомец и др., 2012). По данным W. Krüger (1975) и W. Chunren (1991), «склероции *S. sclerotiorum* в слое почвы 3-5 см прорастают в апреле с образованием апотециев. Это происходит во влажных условиях и температуре почвы плюс 6-10 °С. Период существования апотециев совпадает с пиком цветения. Споры освобождаются при сухой погоде и легком ветре, облачная и дождливая погода затрудняет выход спор. Аскоспоры прорастают при плюс

20 °С в присутствии капельно-жидкой влаги и относительной влажности воздуха 94 % или без капельно-жидкой влаги, но с относительной влажностью 100 %» (Krüger, 1975; Chunren, Houli, 1991).

Появление признаков поражения зависит от температуры воздуха – через пять суток при плюс 15 °С и через 14 – при плюс 5-8 °С (Brun et al., 1987).

Грибы рода *Verticillium* Nees, вызывающие трахеомикозное увядание (Smith, 1965), входят в число основных возбудителей болезней многих видов древесных и травянистых растений во многих странах мира (Губанов, 1972; Zinkernagel, 1982; Sewell, Wilson, 1984; Pegg, Brady, 2002; Inderbitzin, Subbarao, 2014). Вертициллезное увядание большинства видов растений вызывается грибом *Verticillium dahliae* Klebahn (Hawksworth, Talboys, 1970; Kirk et al., 2008). Потери урожая культур достигают 22,0-62,0 % (Jabnoun-Khiareddine et al., 2006; Pegg, Brady, 2002).

На рапсе вертициллезное увядание наблюдается во всех регионах его возделывания. Так, в странах Европы в годы с пониженной влажностью воздуха и грунта потери урожая достигали 50-70 % (Zielinski, Sadowski, 1995). Симптомы вертициллезного увядания растений рапса очень схожи с фузариозным увяданием и обнаруживаются в конце фазы цветения рапса в виде постепенного увядания или преждевременного созревания растений. В нижней и средней частях стебля, а также на корнях под эпидермисом или корой можно обнаружить мелкие микросклероции возбудителя болезни (Лукомец и др., 2012).

Заражение растений озимого рапса возбудителем болезни возможно уже осенью, но чаще оно происходит весной перед цветением. Часто можно наблюдать поражение растений одновременно с некрозом корневой шейки (Шпаар, 1994). Заражение этим возбудителем происходит через корни с помощью мицелия прорастающих микросклероциев. Споры в этом процессе играют подчиненную роль. Для прорастания микросклероциев требуется температура от плюс 6,0-34,0 °С, а оптимальная – плюс 15,0-28,0 °С (Donald, Czeslaw, 1998).

В литературе встречается информация о том, что вертициллезное увядание растений рапса вызывает вид *Verticillium longisporum* (C. Stark) Karapara, Bainbr. & Neale (Пауль, 2010). Однако проведенные в Северной Америке исследования на рапсе по изучению *V. longisporum* установили, что последовательности продуктов ПЦР-анализа, амплифицированных с помощью наборов праймеров ITS5 / 4 и VeruniF2 / VeruniR3, показывают 99 и 100 % идентичности, соответственно, с последовательностями *V. dahliae* в GenBank (Hwang et al., 2017).

Пепельная гниль на разных сельскохозяйственных культурах вызывается грибом *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid (Sexton et al., 2016; Ahmed et al., 2018; Pineda-Fretez et al., 2023; Villota-Salazar et al., 2023). Масличные культуры семейства Капустные также подвержены поражению этой болезнью. Масса семян пораженного пепельной гнилью растения рапса снижается в 1,5 раза, масса 1000 семян – в 1,8 раз по сравнению со здоровым, что свидетельствует о недоразвитости семян на больном растении (Лукомец и др., 2012).

Симптомы чаще проявляются на рапсе яровом в засушливые годы очагами, начиная с фазы цветения. Происходит общее увядание растений вследствие того, что пораженные сосудистые пучки забиваются мицелием патогена. На нижней части стебля пораженных растений образуются сухие пятна светло-пепельного цвета (Сердюк и др., 2011). В ткани растения патоген может проникать уже на ранних стадиях развития. В это время он не продуцирует высокотоксичные вещества, в связи с чем, увядания растений не происходит (Лукомец и др., 2012).

Оптимальной температурой для роста и развития мицелия *M. phaseolina* является плюс 30,0 °С, для интенсивного образования микросклероциев – 27- 35 °С, влагоемкость почвы должна составлять 15-25 % (Dhingra, Chagas, 1981).

Ботридиоз, или серая гниль, является причиной снижения урожая земляники, томатов, винограда и других культур, в том числе, и рапса (Мир растений, 1991; Зубов, 1992; Maas, 2004; Li et al., 2022; Zheng et al., 2023).

Возбудитель болезни – гриб *Botryotinia fuckeliana* (deBary) Whetzel (анаморфа – *Botrytis cinerea* Pers.).

Заражение растений возбудителем болезни происходит обычно в начале фазы зеленого стручка, чаще всего в дождливую погоду или при обильных росах (Пивень, Сердюк, 2010). В местах поражения на стеблях, листьях или стручках образуются бурые пятна, которые покрываются густым серым или серо-зеленым налетом, состоящим из гиф и разветвленных, древовидных конидиеносцев, на которых образуются бесцветные или слабо дымчатые конидии анаморфной стадии гриба. Позже в этих местах появляются черные некрупные склероции гриба (Гасич и др., 2003).

Стручки рапса могут поражаться патогеном во время затянувшейся уборки при повышенном количестве осадков. Развитию болезни способствуют также подмораживание растений и различные повреждения, например, растрескивание стеблей при большом количестве осадков и резкой смене температуры воздуха (Лукомец и др., 2012).

У возбудителя мучнистой росы, рода *Erysiphe*, известно 36 видов: *E. lonicerae*, *E. magnifica*, *E. symphoricarpi*, *E. pisi* и др. (Cook et al., 2011). Болезнь наносит урон урожаю яблонь (Долгиев, 2008), роз (Трейвас, Борисова, 1998), гороха (Stumpf, Gay, 1989), свеклы (Иванцова, 2017), томатов, приводя к снижению урожайности и качества плодов, поскольку пораженная ткань растения мгновенно отмирает (Карпухин и др., 2023).

На масличных культурах семейства Капустные, в частности рапсе, выявлен патоген *Erysiphe communis* Grev. f. *brassicae* Hammar L. (анаморфа – *Oidium erysiphoides* Fr.). Урожай рапса мучнистая роса может снижать чрезвычайно редко и только в районах с повышенной влажностью. В связи с этим, она не считается важным в экономическом отношении заболеванием (Лукомец и др., 2010).

Для мучнистой росы характерно появление на верхней стороне листьев, черешках, стеблях и стручках рапса белого нежного рыхлого налета. Впоследствии он уплотняется, покрывается темно-коричневыми точками

(клеистотециями). Внутрь стебля и стручков мицелий возбудителя проникает в крайне редких случаях (Сердюк и др., 2011).

Оптимальной температурой для развития мучнистой росы является плюс 17-20 °С с периодами высокой влажности. Возбудитель болезни сохраняется на остатках пораженных растений в виде клейстотециев, а на зимующих растениях – в виде мицелия и плодовых тел (Davies, Scarisbrick, 1986).

Пероноспороз, или ложная мучнистая роса, вызывается грибоподобными организмами рода *Peronospora*. Болезнь отмечается на многих культурах в разных странах в районах с достаточным увлажнением (Liu et al., 2013), в том числе, и для рапса (You et al., 2021). На рапсе возбудителем является *Hyaloperonospora brassicae* Gäum. Göker, Voglmayr, Riethm., Weiss & Oberw. «В 1998-2000 гг. проводилось обследование посевов рапса вблизи Санкт-Петербурга и под Липецком. Ложная мучнистая роса в отдельные годы, например, в 2000 г., который характеризовался холодной и влажной погодой в начале лета, имела высокую интенсивность развития» (Гасич др., 2003).

Первые признаки болезни на растениях рапса озимого могут отмечаться уже осенью, ярового – весной, начиная с фазы розетки, при условии обильных осадков. На верхней стороне листа отмечаются желтоватые расплывчатые пятна, а на нижней – в местах этих пятен развивается слабый рассеянный налет спороношения патогена, сначала он белого, а затем серо-бурого цвета (Сердюк и др., 2011).

Весной при чередовании длинных холодных, сильно увлажненных периодов с теплыми влажными возбудитель болезни начинает интенсивно размножаться. В основных районах возделывания рапса озимого во 2-й половине вегетационного периода наступает сухая погода, и развитие болезни приостанавливается. Если прохладная погода сохраняется, то мицелий патогена с листьев переходит на соцветие и сильно снижает завязываемость семян. Распространение инфекции происходит спорами, которые находятся в капле воды и попадают в ткани через замыкающие клетки устьиц (Paul, 1992; Paul et al., 1998).

Оптимальной температурой для распространения спор возбудителя болезни является плюс 5-15 °С, для развития – плюс 10-15 °С, в сочетании с относительной влажностью воздуха 90-98 %. Развитие замедляется или прекращается при наступлении более теплых и сухих погодных условий (Domsch, 1957).

Фитоплазмоз. В 50-80-х гг. прошлого века на посевах рапса отмечалось заболевание, называемое позеленением цветков. Считалось, что это влияние деятельности патогенных микроорганизмов микоплазм (Mollicutes), которые вызывают болезни как человека и животных, так и растений. Объединялись все эти болезни одним общим названием – микоплазмоз (Пересыпкин, 1986). В 1994 г. на 10-м конгрессе «International Organization for Mycoplasmaology» микроорганизмы этой группы, вызывающие болезни растений, переименовали в фитоплазмы (Hogenhout et al., 2008).

Около 100 болезней сельскохозяйственных культур во всем мире, симптомы которых варьируют от легкого пожелтения тканей до полной гибели пораженных растений вызывает группа фитоплазм *Candidatus Phytoplasma asteris* Lee et al. (царство Bacteria) (Bertacciniet al., 1998; Lee et al., 2000).

Так, в Мьянме при изучении причины возникновения карликовости тыквы выявлено, что она вызвана патогенными фитоплазмами (Win et al., 2014). В Греции на рапсе отмечены растения с задержкой роста, покраснением листьев и уродством цветочных кистей. Результат ПЦР-анализа показал соответствие возбудителей болезни фитоплазмам *Candidatus Phytoplasma asteris* Lee et al. (Maliogka et al., 2009).

В Иране отмечено поражение фитоплазмозом яблонь, в американских штатах Миннесота и Северная Дакота – зерновых культур, штате Висконсин – моркови, штате Огайо – салата и других овощных культур. При проведении ПЦР-анализа установлено, что болезнь была вызвана группой фитоплазм - возбудителей АУР (вызывающих пожелтение астр) (Frost et al., 2013; Hashemi-Tameh et al., 2014; Hollingsworth et al., 2017).

Эта группа фитоплазм также вызывает болезни растений масличных культур семейства Капустные. В 1993 г. во Франции был зарегистрирован фитоплазмоз на рапсе (Lee et al., 2004). С 1994 г. отмечалось поражение растений рапса ярового фитоплазмозом в Западной Сибири. В 2004 г. там была зафиксирована вспышка этой болезни. Массовое распространение фитоплазмоза связывали с высокой численностью крестоцветной тли (от 23 до 45 %) в сезоны 2003-2004 гг., которая могла стать активным переносчиком возбудителей болезни (Агаркова и др., 2009).

Пораженные фитоплазмами растения рапса, как правило, стручков не образуют, в результате чего резко снижается или совсем отсутствует семенная продуктивность. Урожай семян рапса вследствие поражения фитоплазмозом может уменьшаться на 25-30 %, зеленой массы – на 40-45 % (Симптомы проявления ... , 2017).

В зависимости от симптомов проявления фитоплазменные болезни на масличных культурах семейства Капустные подразделяются на виресценцию, филлодии, карликовость и др. Виресценция – позеленение тканей цветка, филлодии – ненормальное развитие лепестков, перерастание их в листовые образования (Masters M.T., 1869). Карликовость растений выражается в укорочении центральной и боковых ветвей. При этом отмечается скученность цветоножек на укороченных побегах. Стручки на таких растениях не образуются (Сердюк и др., 2017).

Возбудитель белой ржавчины, грибоподобный организм *Albugo candida* (Pers.) Kuntze, поражает многие виды растений семейства Капустные (Chou et al., 2000; Choi et al., 2006). Первые симптомы болезни на растениях рапса отмечаются в фазе цветения. В первую очередь поражаются кисти растений рапса. На их поверхности образуются белые блестящие выпуклые «подушечки». Растение выглядит как бы опрысканное молоком. Пораженные органы искривляются и вздуваются, либо полностью высыхают. Кожица «подушечек» лопаются, и выступает порошащая масса спор. Стручки на таких ветвях не образуются. Наиболее интенсивно болезнь развивается в годы с холодной затяжной весной (Сердюк и др., 2011). К концу вегетации рапса

патоген образует в пораженных тканях, кроме бесполого спороношения, шаровидные, темно-коричневые с толстой оболочкой, покрытые широкими бородавками неправильной формы ооспоры, 30-50  $\mu$  в диаметре, которые служат источником заражения растений весной (Брянцев, Доброзракова, 1958).

Черную ножку сельскохозяйственных культур вызывают грибы *Rhizoctonia solani* Kühn., *Olpidium brassicae* Wor. и грибоподобный организм *Pythium debaryanum* R. Hesse. Гриб *Rh. solani* является патогеном, существенно снижающим урожай картофеля (Monazzah et al., 2020), томатов (Карпухин и др., 2023).

Возбудителем черной ножки свеклы в большинстве случаев является грибоподобный организм *P. debaryanum*, вызывающий гниль проростков и всходов. Поражение свеклы черной ножкой может привести к снижению урожайности культуры на 40-50 % и более (Иванцова, 2017). В Пакистане этим патогеном было поражено около 45 % растений в посевах перца чили (Shahid et al., 2017).

Высокая численность в ризосфере рапса возбудителя черной ножки *O. brassicae* выявлена в Великобритании (Bennett et al., 2020). В Казахстане возбудителями черной ножки рапса являются *Rh. solani*, *O. brassicae*, *P. debarianum*. Болезнью поражаются всходы культуры. «Возле корневой шейки появляется гниль, которая затем распространяется на весь корень, вызывая его отмирание, а затем и гибель растения. Семядоли и листья пораженных растений желтеют и через некоторое время усыхают» (Рекомендации по возделыванию ... , 2019).

В Центральном регионе России из растений рапса, пораженных черной ножкой, чаще всего выделялся *Rh. solani* (Никоноренков и др., 1997), в Краснодарском крае – *Rh. solani*, *P. debarianum* (Бедловская и др., 2019).

Особенно интенсивно болезнь развивается в холодный и влажный периоды, когда корневая система формируется медленно, а отдельные участки корней вследствие недостатка воздуха в переувлажненной почве отмирают, являясь источником инфекции. Развитию черной ножки на рапсе способствуют

высокая влажность, кислая почва, загущенные посевы, избыточное азотное питание (Пересыпкин и др., 1986).

Бактериоз как вредоносная болезнь встречается на многих сельскохозяйственных культурах, например, картофеле (Ерохова, Дренова, 2014), капусте (Vicente, Holub, 2013), а также лиственных деревьях: клена остролистного, липы сердцевидной, сирени обыкновенной, жасмина (Бороздина, 2010). Негативное влияние бактериоза на урожай семян зависит от степени развития болезни: 10 до 20 % (Лукомец и др., 2012).

Бактериоз рапса вызывают бактерии *Xanthomonas campestris* Dows. и *Pseudomonas fluorescens* Migula. По данным В.Ф. Пересыпкина и др. (1986), «в начале вегетации рапса бактерии проникают в растение через корень, вызывая побурение гипокотыля и отмирание растений. На рапсе озимом осенью признаки болезни отмечаются редко. В начале весны большинство пораженных бактериозом растений гибнет вследствие ослизнения и размочаливания корней. При выдергивании из почвы у таких растений розетка листьев легко отделяется от корня. Пораженные растения могут и плодоносить при благоприятных условиях зимовки, но их урожайность существенно снижается».

Оптимальная температура воздуха для развития бактериоза в растении рапса плюс 20-25 °С, влажность воздуха – 50 %. Попадая в сосудистую систему, бактерии образуют зооглеи, тем самым вызывая увядание растений (Пересыпкин и др., 1986).

Гетеродез чаще всего на сельскохозяйственных культурах, в том числе и масличных культурах семейства Капустные, вызывает круглый червь свекловичная нематода *Heterodera schachtii* Schmidt. (Müller, 1999). Это один из самых ранних описанных видов растительных нематод, который обнаружен по всему миру, особенно в Европе, Северной Америке, Австралии, на Ближнем Востоке, в Африке и Южной Америке (Evans, Rowe, 1998; Subbotin et al., 2010). В Европе ежегодные потери урожая, вызванные *H. schachtii*, оцениваются в 90 миллионов евро (Müller, 1999).

«Свекловичная нематода имеет широкий круг хозяев и может заразить и завершить свой жизненный цикл на более чем 218 видах растений 95 родов и 23 семейств, включая сахарную свеклу, редис, рапс, шпинат, брокколи, капусту, томаты и др.» (Steele, 1965; Huan et al., 2022), а потеря урожая может достигать 50 % (Curto, 1963). Эта нематода была выявлена на китайской капусте в Южной Корее (Kim et al., 2016) и цветной капусте в Иордании (Lafi et al., 2016).

Проникая во внутренние ткани корня, нематода вызывает механическое разрушение клеток. Некрозы, образующиеся при переходе нематоды с одного места питания на другое, являются для растения серьезными повреждениями, а также через них в растение легко проникают грибные и бактериальные инфекции, например, возбудители фузариозного увядания (Лукомец и др., 2012).

По данным В.Ф. Пересыпкина и др. (1986), «гетеродез на рапсе проявляется в июне-июле в виде очагов угнетенных растений. Главный корень отстает в росте или погибает, его заменяют боковые мелкие корни. При сильном поражении они могут быть покрыты мелкими белыми цистами размером 0,8 мм. Болезнью могут поражаться и корни проростков и молодых растений рапса при условии выпадения большого количества осадков. В этом случае корень растения усыхает, начиная с конца к корневой шейке».

Во время уборки урожая может произойти заспорение семян сельскохозяйственных культур почвенными микромицетами, приводящее к снижению качества при хранении семенного материала. Чаще всего на семенах отмечаются грибы родов *Aspergillus* Link, *Penicillium* Link, *Mucor* Fresen. «Установлена возможность накопления в семенах, зерне и продуктах их переработки таких сельскохозяйственных культур, как хлопок, арахис и другие орехи, кукуруза, соя, пшено, овес, рис, пшеница, сорго, рожь, токсичных соединений – афлатоксинов, продуцируемых этими грибами (Kravchenko, Tutelyan, 2005; Zhao et al., 2013; Нечай, 2015; Пирязева, 2015).

«У рапса высоко- и низкоглюкозинолатные семена различаются по темпу накопления афлатоксинов на семенах высокоглюкозинолатного рапса накопление афлатоксинов идет интенсивнее; на низкоглюкозинолатных семенах – медленнее.

Локализованы афлатоксины преимущественно в семенной оболочке. Зародыш семени содержит меньше афлатоксинов, но по абсолютному значению их количество значительно, поэтому жмых и шрот имеют высокое содержание афлатоксинов, в масле рапса они содержатся в виде следов. Афлатоксины и глюкозинолаты (их нелетучие компоненты) снижают биологическую ценность белков шрота» (Щербаков и др., 1992б).

У грибов рода *Aspergillus* Link отмечен широкий спектр метаболитов, проявляющих фитотоксичные свойства: алкалоиды веррукулоген, фумитреморгин С, фумигаклавин В, которые проявляют также и мутагенные свойства (Хмельницкая и др., 2002). Кроме этого, грибы этого рода выделяют циклопиазоновую и микофеноловую кислоты (Кононенко и др., 2017).

Виды рода *Penicillium* Link, выделенные из кормов, продуцируют токсины цитринины, микофеноловую и циклопиазоновую кислоты, не только обладающие фитотоксичными свойствами, но и вызывающими интоксикацию животных (Gallo et al., 2015; Буркин и др., 2019). Однако «по сравнению с родом *Aspergillus*, грибы рода *Penicillium* являются менее токсигенными, многие продуцируют токсины только в лабораторных условиях и не реализуют эти свойства в пищевых продуктах» (Ефимочкина и др., 2019).

У грибов рода *Mucor* Fresen присутствуют протеолитические и липолитические ферменты, с помощью которых они способны быстро использовать ограниченное количество простых молекул углеводов, таких как целлюлоза и лигнин (Botha, Preez, 1999; Botha, Votes, 2014).

Границами активного роста представленных плесневых грибов являются сочетания влажности и температуры семян: 8 % и плюс 25 °С, 10 % и плюс 20 °С, 12 % и ниже плюс 20 °С. При повышенной влажности семян (14-16 %) размножение грибов происходит интенсивно. Количество патогенов может увеличиваться в сотни раз за короткий промежуток времени (Пересыпкин и др., 1986).

Потери урожая масличных культур семейства Капустные от поражения некоторыми болезнями зависят от устойчивости сорта, фазы развития растений,

в которой отмечены первые симптомы болезни, и могут составлять до 50 % (Пересыпкин, 1986, 1989; Paul, 1992).

По данным наших исследований, проникновение возбудителей болезней внутрь семян масличных культур семейства Капустные приводит к снижению урожайности до 37 % у озимых и до 63 % у яровых форм (Лукомец и др., 2012, 2020; Бочкарев и др., 2017; Сердюк и др., 2019).

Формирование урожая растений сельскохозяйственных культур зависит не только от погодных условий, сложившихся во время вегетационного периода, вредных организмов, но и от фитосанитарного состояния почвы, на которое влияет наличие в ней патогенных микроорганизмов и, в первую очередь, патогенных микромицетов, выделяющих токсичные для растений метаболиты (Lisuma et al., 2019; Сердюк и др., 2022).

«Почвы содержат огромное количество и разнообразие микроорганизмов, которые обеспечивают протекание в почве наиболее важных процессов. Почвенные микроорганизмы относятся к числу наиболее сложных и разнообразных сообществ на Земле, активно участвующих в биогеохимических циклах и являющихся важными факторами в круговороте углерода в почве. Они являются необходимым звеном в круговороте всех биогенных элементов, участвуют в почвообразовании и поддержании почвенного плодородия» (Звягинцев, 1987; Berg, McClaugherty, 2014; Лукин, 2016; Chakraborty, Krishnani, 2022).

«Микрофлора почвы представлена бактериями, актиномицетами, грибами, водорослями, вирусами, бактериофагами. Грибы обладают широким спектром ферментов, способны совершать многие процессы трансформации органического вещества, но, как правило, с меньшей скоростью, чем бактерии. В то же время разложение ароматических соединений грибы ведут активнее, чем бактерии; расщепление лигнина и танинов в природе идет преимущественно под их воздействием. Грибы осуществляют и минерализацию гумуса. Функции грибов определяются стадией сукцессии, периодом изменения видового состава микробиоценоза, зависящей от способности организмов, его

составляющих, к переработке и использованию компонентов субстрата. Грибы-сахаролитики выступают пионерами в процессе распада органического вещества почвы. За ними следуют грибы, разрушающие флоэму растений, так называемые первичные сапрофиты. Вторичные сапрофиты разрушают эпидермис клеток. Медленнее всего происходит разрушение целлюлозы и лигнина» (Шеуджен и др., 2017).

«Микроорганизмам принадлежит ведущая роль в разложении растительных остатков, синтезе и деструкции гумуса, формировании фитосанитарного состояния почвы, накоплению в ней биологически активных веществ, фиксации атмосферного азота и т.д. Кроме того, почвенные микроорганизмы играют важную роль в формировании плодородия почвы и питания растений» (Енкина, Коробской, 1999; Звягинцев и др., 2005).

Фитопатогенные микромицеты обладают набором фитотоксинов, отрицательно влияющих на растения (Грисенко, Сотула, 1979; Abdel-Aziz et al., 2021). Среди штаммов грибов, влияющих на рост сельскохозяйственных культур и вызывающих заболевания, можно выделить виды родов *Tilletia* spp., *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Sclerotinia* spp. и *Sclerotium* spp. (Egging et al., 2018).

Сапротрофные грибы образуют вещества, способствующие разложению растительных остатков, и токсины-антибиотики, которые подавляют развитие фитопатогенной микобиоты, т.е. обладают супрессивностью (Sandle, 2014; Mukherjee et al., 2022).

«Оценка степени супрессивности почв Западной Сибири в отношении возбудителя обыкновенной корневой гнили (возбудитель *Bipolaris sorokiniana*) с использованием коэффициента паразитической активности возбудителя показала, что высокосупрессивные почвы в регионе отсутствуют, к среднесупрессивным авторы отнесли лугово-черноземные почвы, к кондуктивным (в которых количество патогенов может возрастать) – преимущественно черноземы южный и южный выщелоченный» (Чулкина и др., 2007, 2009).

Исследованиями Е.Ю. Тороповой и др. (2017) установлено, что почвы агроценозов заселены фитопатогенными микромицетами в 1,5-4,0 раза выше почв целинных аналогов. Супрессивность целинных чернозема выщелоченного, южного, серой лесной почвы в отношении *Bipolaris sorokiniana* была в 2,5 раза больше, чем почв агроценозов. Супрессивность почвы в отношении *B. sorokiniana* и грибов рода *Fusarium* зависела от типа почвы: по этому показателю выщелоченный чернозем и серая лесная почва превышали чернозем южный на 25 %.

«Микроорганизмы очень требовательны к влаге, их интенсивное развитие происходит лишь в достаточно увлажненной почве. К недостатку влаги более чувствительны бактерии, а грибы и актиномицеты – наиболее устойчивы» (Мишустин, Перцовская, 1954). Наибольшее количество микроорганизмов находится на глубине 5-15 см, наименьшее – 30-40 см (Бабьева, Зенова, 1983).

«Влияние механической обработки почвы (вспашка, орошение, мелиорация) отражается на влажности, аэрации и других условиях жизни почвенной микрофлоры, что изменяет микробные ценозы, часто стойко и не всегда в положительном для сельского хозяйства направлении» (Жизнь растений, 1974; Николаев и др., 2015). В большинстве агроэкосистем, в результате используемых агротехнологий, изменяется естественный ход биохимической деятельности микроорганизмов, который в целинных почвах обеспечивает устойчивое равновесие процессов синтеза и разложения гумуса. В пахотных почвах нарушается природный гомеостаз экосистем, ухудшается их фитосанитарное состояние, снижается содержание гумуса. Во многих регионах наблюдается деградация почв, что характерно и для черноземов Кубани (Енкина, 2003).

Соотношение микромицетов в почвах агроценозов сельскохозяйственных культур, а также в почвах, относящихся к разным типам, различается. «Каждая природная зона, в которой формируется определенный тип почвы, характеризуется определенным типом растительности и специфическими, присущими ей климатическими условиями, включающими режим влажности,

температуры, интенсивности солнечной радиации, диапазон значений pH почвы. Все это определяет также своеобразие состава почвенных микроорганизмов, в том числе, специфику почвенных грибов каждой зоны, т. е. подчинения их распространения в почвах общему закону зональности» (Derry et al., 2004).

В условиях Тверской области изучены образцы подстилки заповедных ельников в Центрально-лесном государственном биосферном заповеднике. Результаты исследований свидетельствуют о более разнообразном составе грибов под ельником-черничником по сравнению с подстилкой под ельником сложным. Были выделены грибы родов *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Sclerotinia* spp., *Trichoderma* spp., *Monilia* spp., *Chaetomium* spp., *Cladosporium* spp. с преобладанием в ельнике сложном грибов рода *Cladosporium*, ельнике-черничнике – рода *Penicillium* spp. (Терехова и др., 1998).

В результате исследования микобиоты верхнего слоя подстилки сосняков парков г. Сургута выявлено и описано 14 родов микромицетов, которые являются типичными и для фоновых подзолистых почв. Большинство выделенных родов относилось к митоспоровым грибам: *Acremonium* spp., *Annellosporium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Humicola* spp., *Penicillium* spp., *Ulocladium* spp., *Trichoderma* spp., *Verticillium* spp. Доминантами являлись *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. (Мантрова, 2021).

В дерново-подзолистой почве лесопарковой зоны г. Перми установлено наличие большого количества видов грибов, как сапротрофных, так и патогенных: *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Mortierella* spp., *Mucor* spp. и *Rhizopus* spp. с преобладанием *Mucor* spp., содержание которых превысило остальные виды микромицетов в 3-15 раз (Семериков и др., 2013).

В почвах, относящихся к одному типу, состав почвенных микромицетов может различаться. Исследованиями почвенных микромицетов серых лесных почв в районе г. Иркутска, выявлено 14 видов, принадлежащих к 9 родам: *Mucor* spp., *Chaetomium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Rhizopus* spp., *Verticillium* spp, что указывает на

то, что разнообразие почвенной микобиоты этих почв невелико. Подавляющая часть выделенных видов микромицетов – типичные сапротрофы из ранее выделявшегося среди других отдела Deuteromycota. Преобладанием по численности выделялись представители рода *Penicillium* spp. – 4 вида и *Trichoderma* spp. – 2 вида (Берсенева и др., 2008). А изучение численности и разнообразия грибного сообщества серой лесной почвы в Московской области выявило наличие 39 видов микромицетов, относящихся к 19 родам трех подотделов: Zygomycotina, Ascomycotina, Deuteromycotina. Основную часть выделенных изолятов составляли представители подотдела Deuteromycotina, также ранее выделявшегося отдельно (Семенов и др., 2019).

Комплекс почвенных грибов чернозема выщелоченного в районе г. Уфы представлен 16 видами микромицетов, относящихся к родам *Aspergillus* spp., *Microdochium* spp., *Mucor* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. с преобладанием грибов из родов *Aspergillus* spp. и *Penicillium* spp., у которых доминировал вид *Penicillium glabrum* (Рафикова и др., 2020).

При изучении черноземов в Калининском и Динском районах Краснодарского края определено преобладание так же видов родов *Penicillium* spp. и *Aspergillus* spp. (Енкина, Коробской, 1999). В почвах, занятых посевами злаков, в этих районах доминировали представители родов *Mucor* spp., *Penicillium* spp., *Fusarium* spp. Среди грибов *Penicillium* spp. преобладал *Penicillium chrysogenum*, который входит в состав типичных видов каштановых почв и сероземов, однако его широкое распространение в черноземах объяснимо способностью грибов этого рода обитать в почвах разных типов (Назарько, 2007).

В решении проблемы контроля фитосанитарной обстановки в агроценозах сельскохозяйственных культур одним из перспективных направлений является изучение влияния возделываемых сельскохозяйственных культур на полезную и фитопатогенную микофлору, их взаимосвязи в почвенных биоценозах.

Фитосанитарный мониторинг, проведенный в 2006-2018 гг. в семи регионах Российской Федерации, показал, что в патокомплексе почвенных микромицетов, ассоциирующихся с корневыми и прикорневыми гнилями земляники, встречаются микромицеты *Rhizoctonia solani*, *Ceratobasidium destructans*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp. Реже отмечены *Colletotrichum* spp., *Zythia fragariae* (*Gnomonia fragariae*), *Pestalotia* spp., *Phomopsis obscurans*, *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea* (Головин и др., 2019).

В почвах под овощными бобовыми культурами выявлены специфические комплексы микромицетов с преобладанием видов родов *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. и *Fusarium* spp. с увеличением численности микромицетов в 2-3 раза, доли токсигенных видов – на 2,5-29 %, оппортунистических видов – на 1,3-31 % и снижением видового разнообразия (с проявлением «концентрации доминирования») по сравнению с парующей почвой (Куркина, 2018).

Из почвы агроценоза пшеницы озимой в центральной зоне Краснодарского края (чернозем выщелоченный) выделены грибы *Fusarium* spp., *Chephalosporium* spp. и *Penicilliums* spp. со значительным преобладанием видов *Fusarium* spp., плотность популяции которых превышала 50 % (Горьковенко и др., 2006), в северной части края – *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Mucor* spp., *Botrytis* spp., *Cladosporium* spp., *Verticillium* spp., *Trichotecium* spp. и др. (Жемчужина и др., 2020).

Грибы рода *Fusarium* имеют широкое распространение в почве, способны существовать в активной форме и быстро размножаться, могут вести как сапрофитный, так и паразитный образ жизни. Встречаются полупаразиты, способные поражать только ослабленные растения, и существует группа почвенных сапротрофов, обитающих в почве (Fillion et al., 1999).

Возделывание масличных культур в севообороте оказывает сложное многогранное влияние на микробиологическую активность почвы. Оно может играть как позитивную, так и негативную роль в формировании почвенного плодородия (Енкина, Коробской, 1999; Енкина, 2003). Так, например, исследованиями J.F. Angus et al. (1994) показано отрицательное влияние

корневых выделений рапса и горчицы сизой, содержащих разные изотиоцианаты на развитие гриба, вызывающего увядание пшеницы (*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx and Oliver var. *tritici*). Выявлено, что корневые выделения горчицы в большей степени ингибируют рост и развитие этого патогена.

Таким образом, анализ литературных источников показал, что за последние 30 лет в степной зоне Западного Предкавказья не проводился широкий мониторинг фитосанитарного состояния агроценозов яровых и озимых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной. А предложенные ранее способы и сроки проведения мониторинга, размеры выборок недостаточно разработаны для масличных культур семейства Капустные. Поэтому имеющиеся методы и способы проведения фитосанитарного мониторинга агроценозов масличных культур семейства Капустные нуждаются в доработке и модификации. Более того, необходимо изучение почвенной биоты, как одного из основных факторов, обуславливающих гумусное состояние почв. В отношении масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья таких исследований не проводилось, поэтому изучение качественного и количественного состава почвенных микромицетов в условиях степной зоны Западного Предкавказья является актуальным.

## **1.2 Методологические подходы к защите масличных культур семейства Капустные**

Интегрированная защита сельскохозяйственных культур подразумевает комплексное использование методов, приемов, рекомендуемых средств защиты, снижающих распространенность и развитие болезней на растениях (Чулкина и др., 2010; Павлюшин и др., 2013; Атанов и др., 2022), а также тесно связана с фитосанитарными системами и технологиями и позволяет обеспечить экологический эффект от применения мероприятий (Долженко, 2018). В связи с

этим, большое значение в защите растений играет, в первую очередь, мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем (Иванцова, 2009), а также использование устойчивых сортов и малотоксичных химических средств защиты растений для обработки семян и вегетирующих растений культур, а также биологических препаратов (Чулкина и др., 1987, 2010; Постовалов, Григорьев, 2018).

Предложенные учеными Беларуси системы защиты озимого и ярового рапса включают в себя агротехнические и химические мероприятия: использование устойчивых и слабо поражаемых болезнями сортов и гибридов; внесение сбалансированных доз минеральных удобрений; соблюдение трех-четырех полевого севооборота; осуществление ранней вспашки с заделкой послеуборочных остатков; применение в фазе 3-5 настоящих листьев рапса озимого фунгицидов против альтернариоза и фомоза, являющихся также регуляторами роста растений; проведение предуборочной десикации посевов и др. (Сорока и др., 2016).

На сегодняшний день в условиях степной зоны Западного Предкавказья зональные агротехнологии возделывания масличных культур семейства Капустные, являющиеся основой физиологического иммунитета и фитосанитарного благополучия агроценозов, разработаны достаточно детально. Имеются научные работы и практические рекомендации, посвященные выбору оптимальных предшественников, системам обработки почвы и системам удобрения этих культур. Тем не менее, некоторые аспекты фитосанитарных технологий возделывания масличных культур семейства Капустные нуждаются в дополнительном изучении. Например, фитосанитарный мониторинг состояния агроценозов как краеугольный камень методологии построения системы интегрированной защиты растений от вредных организмов.

Результаты мониторинга фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур позволяют разрабатывать надежные меры защиты, в частности, химическими фунгицидами, способные эффективно

снижать уровень распространения и развития болезней в посевах (Грязева, Касынкина, 2021).

«Результаты мониторинга фитосанитарного состояния агроэкосистем характеризуются показателями площадей сельскохозяйственных культур, поражаемых вредными организмами (по уровням развития и распространения, опасности рисков потерь урожая) и подлежащих защитным обработкам. Получаемые в динамике данные мониторинга с разными временными прогнозными показателями предсказуемости в течение вегетационного периода развития и распространения вредных организмов предоставляют информацию для краткосрочного, долгосрочного (с годичной предсказуемостью) и многолетнего (для нескольких лет) прогнозирования для своевременного проведения защитных мероприятий от болезней на разных площадях: от конкретного отдельного участка до совокупности хозяйств и региона в целом» (Захаренко, 2018).

Важной составной частью фитомониторинговых обследований посевов и выявления поражений фитопатогенными организмами является визуальная полевая диагностика, которая включает в себя диагностику фитопатогенов и диагностику складывающейся фитосанитарной ситуации в агроценозах (Ибрагимов, Санин, 2015).

При разработке современных фитосанитарных технологий оптимизации агроэкосистем необходимо учитывать влияние изменяющихся климатических условий на распространенность и развитие болезней растений (Coakley et al., 1999; Boland et al., 2004; Garrett et al., 2006; Luck et al., 2011) вследствие изменения биоэкологических особенностей возбудителей болезней (Левитин, 2012).

По мнению В.А. Чулкиной и др. (2010), мониторинг можно подразделить на биологический и экологический. Интегрированная защита растений (ИЗР) в настоящее время строится преимущественно на использовании биологического фитосанитарного мониторинга, который авторы предлагают дополнять экологическим. При биологическом фитосанитарном мониторинге «поражение болезнями определяют по шкалам путем визуального осмотра органов,

вскрытия стеблей, учета погибших растений». Экологический тип мониторинга «предусматривает учет не только численности, но и параметров эволюционно экологических тактик – размножения, выживания и трофических связей вредных организмов. «При биологическом фитосанитарном мониторинге агротехнические приемы, как экологический компонент ИЗР, только фиксируются, определяя состояние растений и фитосанитарную ситуацию, а при экологическом – активно совершенствуются в направлении конструирования и реконструирования фитосанитарного состояния агроэкосистем, начиная с создания здоровых супрессивных почв».

Авторы считают, что «на начальном этапе разработки или совершенствования ИЗР целесообразно применение биологического мониторинга для выяснения фитосанитарного состояния посевов (выше или ниже экономического порога вредоносности (ЭПВ) по видам и группам вредных организмов) с последующим или параллельным применением экологического мониторинга для выявления причин того или иного фитосанитарного состояния. Такая информация позволяет разрабатывать долгосрочные системы ИЗР как составной части стабильного земледелия и растениеводства. Принятие решений только по результатам биологического мониторинга оправдано в чрезвычайных ситуациях, когда посевам угрожают эпифитотии и массовое размножение вредных организмов. Во всех случаях применение пестицидов ограничивается эпифитотическими очагами в фазе концентрации, а не расселения первичных популяций вредных организмов» (Чулкина и др., 2009).

Тем не менее, многолетний биологический мониторинг фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур позволяет установить спектр болезней, поражающих посева, определить их развитие, выявить доминирующие виды возбудителей болезней. Так, при изучении поражения полей хлопково-пшеничного севооборота в Узбекистане выявлена сильная степень поражения хлопчатника, пшеницы, бахчевых, овощных и плодовых

культур фузариозным увяданием, вызываемым несколькими видами рода *Fusarium* (Шеримбетов и др., 2015).

Исследования, проведенные в Беларуси в 2013-2015 гг., свидетельствуют, что при осуществлении мониторинга фитосанитарного состояния горчицы белой, перспективной для страны культуры, выявлено поражение посевов альтернариозом. Симптомы болезни отмечены на всех органах растений: от листьев до стручков, развитие болезни варьировало от 14,0 до 20,0 % (Панасюга и др., 2016).

Обследование посевов рапса ярового в условиях Миннесоты и Северной Дакоты в конце 20-начале 21 веков позволило определить спектр болезней, поражающих посевы культуры (фомоз, альтернариоз, черная ножка, фитоплазмоз, склеротиниоз) и установить уровень распространения болезней и степень поражения ими растений на более чем 250 полях (Lamey, 1995, 1996; Lamey et al., 1998, 2000, 2001).

Анализ и оценка фитосанитарной обстановки в посевах рапса ярового в условиях Липецкой области, свидетельствуют о поражении растений такими болезнями, как альтернариоз, пероноспороз, фузариоз и фомоз. В результате исследований выделен селекционный материал, устойчивый к комплексу этих болезней (Артамонов, Затонских, 2007; Артамонов, Горшков, 2009). Мониторинг, проведенный в 2011-2013 гг., показал низкую распространенность и развитие этих болезней на рапсе яровом (Артамонов, 2014).

В Западной Сибири проводятся ежегодные обследования фитосанитарного состояния посевов рапса, в результате которых определено, что наиболее распространенными и вредоносными болезнями в регионе для культуры являются альтернариоз и фитоплазмоз в форме виресценции (Ашмарина и др., 2009).

Мониторинг фитосанитарного состояния агроценоза рапса озимого в условиях Московской области, проводимый в течение 10 лет, показал поражение посевов такими болезнями, как склеротиниоз, фузариоз, тифулез, альтернариоз, черная ножка, мучнистая роса и бактериоз. По результатам

обследования установлены наиболее распространенные и опасные болезни: фузариоз и склеротиниоз (Разгуляева, 2005).

В результате проведенного мониторинга фитосанитарного состояния посевов рапса озимого в разных районах Татарстана установлено, что основными болезнями являлись фомоз и альтернариоз, проявлявшие наибольшую вредоносность, определены частота встречаемости и развитие болезней, что позволило предпринять своевременные меры защиты посевов культуры (Ваисов, 2011).

С целью обследования фитосанитарного состояния посевов рапса ярового и определения доминирующих болезней в условиях юга Нечерноземной зоны в 2017-2020 гг. были проведены выборочные маршрутные обследования агрофитоценозов культуры в Рузаевском, Ковылкинском, Чамзинском, Дубенском и Атяшевском районах республики Мордовия. Для соблюдения принципа единственного различия посева обследовались только на черноземе выщелоченном. Оценка фитопатогенного комплекса выявила, что наибольшую опасность во все периоды развития яровому рапсу наносили фомоз, пероноспороз и альтернариоз, распространенность болезней к фазе полной спелости достигала 70-80, 10-20 и 40-50 % соответственно (Девяткина и др., 2021).

О сроках проведения мониторинга и размерах выборок, а также определения степени поражения растений болезнями существуют разные мнения.

И.Л. Марковым (1991) более 30 лет назад была разработана методика проведения мониторинга фитосанитарного состояния посевов рапса в периоды наибольшего развития симптомов болезней на растениях и разработаны шкалы поражения растений некоторыми болезнями.

А.Е. Чумаковым и Т.И. Захаровой (1990) для взрослых растений масличных и эфиромасличных культур при проведении маршрутного обследования посевов площадью до 5 га на предмет поражения их болезнями было предложено выбирать 20 проб по 10 растений подряд в одном ряду, указано об одном обследовании в течение вегетации.

Таким образом, фитосанитарный мониторинг ложится в основу построения системы интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные от болезней.

Основополагающий способ защиты растений от поражения болезнями – селекционный метод, предполагающий создание устойчивых к ним сортов сельскохозяйственных культур (Доброзракова, 1966; Шашко, 2010). «Устойчивые сорта существенно ограничивают трофические связи, выживание и размножение вредных организмов» (Шпаар и др., 2003; Зазимко и др., 2008; Санин, 2013, 2016, 2017).

Основой метода является оценка селекционного материала, играющая важную роль в процессе создания новых сортов. Ученые проводят оценку устойчивости сельскохозяйственных культур к разным болезням в полевых условиях на естественном и искусственном инфекционных фонах. Разработка инфекционных фонов для разных болезней проводится в течение многих лет разными способами: внесение инфекционного материала в почву, нанесение инфекционной нагрузки на семена перед их посевом и др. (Соловьева, 1951; Кривченко и др., 1975; Гешеле, 1978).

В ходе проведения оценки используют восприимчивые растения в качестве стандартов восприимчивости. По интенсивности проявления болезней на стандартах делают вывод о том, что условия среды и состояние патогенов были достаточными для проявления признака устойчивости образцов.

Показателем иммунитета (абсолютной устойчивости) растений служит отсутствие признаков развития болезни в условиях, когда восприимчивые формы поражаются. В большинстве случаев устойчивость проявляется не в крайнем проявлении (иммунитете), а имеет большую или меньшую степень выражения. Поэтому исследователи обратили внимание на разработку методов количественного учета признака.

Во ВНИИ масличных культур разработаны методы создания инфекционных фонов фузариоза в открытом и закрытом грунте, установлены пороговые дозы инокулюма патогена для отбора растений подсолнечника,

устойчивых к фузариозной корневой, что позволяет оценивать большой объем селекционного материала культуры (Саукова, 2011).

При проведении оценки овощных культур семейства Капустные на устойчивость к киле и фузариозу зарубежными учеными было идентифицировано более 20 основных локусов, связанных с заболеванием килы (CR), и несколько генов, устойчивых к CR, были выделены путем клонирования на основе карт. Также были выделены гены устойчивости к фузариозному увяданию для использования в селекционном процессе (Mehraj et al., 2020).

При создании новых сортов капусты белокочанной одним из самых основных направлений является селекция на устойчивость к болезням, т.к. для защиты кочанов от болезней во время хранения нет фунгицидов, разрешенных к применению (Монахос и др., 2000). В результате оценки сортов капусты в период хранения на устойчивость к серой гнили, фомозу, точечному некрозу при естественном поражении выделены сорта и сортообразцы с разной степенью устойчивостью к этим болезням (Кашнова, Чернышева, 2009).

В условиях Западной Сибири на естественном инфекционном фоне осуществлена оценка сортов и сортообразцов рапса ярового на устойчивость к наиболее распространенным болезням. Установлена средняя устойчивость селекционного материала к альтернариозу, развитие болезни составляло 31,4-36,1 % (Ашмарина и др., 2009).

Во ВНИПТИ рапса (в настоящее время ВНИИ рапса) в 1995-2000 гг. на искусственном инфекционном фоне проводилась оценка поражения селекционного материала (в том числе и гибридов) рапса ярового фузариозом. Повышения резистентности к болезни удалось достигнуть уже у поколения  $F_3$ , это свойство сохранялось у последующих поколений. Также высокие результаты по устойчивости к фузариозу показали сорта Ханна, Липецкий и Мадригал (Карпачев, 2006). Оценка селекционного материала рапса ярового в условиях Липецкой области в 2011-2013 гг. на естественном инфекционном фоне показала устойчивость некоторых сортов к комплексу болезней: пероноспорозу, фузариозу, фомозу (Артамонов, 2014). В 2018 г. проведенная

оценка селекционного материала рапса ярового на искусственном инфекционном фоне выявила слабовосприимчивые к альтернариозу, пероноспорозу и фузариозу образцы, которые могут являться перспективными источниками устойчивости в селекционном процессе на иммунитет к основным болезням в условиях ЦЧЗ (Пастухов и др., 2019).

Поиску источников устойчивости рыжика посевного к склеротиниозу и фомозу, созданию устойчивых к болезням сортов и сортообразцов посвящено много зарубежных исследований (Zanetti et al., 2017; Purnamasari et al., 2019). Ученые проводят полевую и лабораторную оценку селекционного материала рыжика к болезням, наносящим вред в каждом конкретном регионе (Eynck et al., 2012; Purnamasari et al., 2015).

Тем не менее, полигенный характер наследования устойчивости к основным вредоносным болезням масличных культур семейства Капустные является определенным препятствием для эффективной селекции на этот признак. Полигенная устойчивость (количественная, не расоспецифическая) обеспечивает средний уровень устойчивости, который, в основном, проявляется в замедленном развитии болезней (Шпаар и др., 2003; Евсеев, 2013; Афанасенко, 2016).

В отношении устойчивости масличных культур семейства Капустные, в частности, рапса, к фомозу существует мнение о наличии у этих культур двух типов устойчивости: и качественной (моно- или олигогенная, расоспецифическая), и количественной (полигенная, не расоспецифическая, возрастная). Считается, что при попадании возбудителя болезни на семядоли или листья развивается реакция сверхчувствительности, которая не позволяет инфекции распространяться на все растение, т.е. проявляется качественная устойчивость (Johnson, Lewis, 1994). При действии большого количества малых генов проявляется полигенная устойчивость к болезни (Delourme et al., 2006, 2008). Полевая (количественная) устойчивость, по мнению этих же авторов, обусловлена не только действием малых генов, но и главных (Delourme et al., 2006). Однако создать сорта масличных культур семейства Капустные, устойчивые к поражению болезнью,

достаточно сложно, т.к. у изолятов гриба *L. maculans* выявлена быстрая эволюция вирулентности через делеции целых генов, мутации, благодаря которым гриб адаптируется под давлением отбора (Gout et al., 2007; Parlange et al., 2009; Fudal et al., 2009). Несмотря на сложности, селекция этих культур, и в первую очередь, рапса на устойчивость к фомозу имеет большое значение (Бочкарева, 2000).

Во ВНИИ масличных культур (ВНИИМК) в 2005 г. был проведен скрининг коллекционного и селекционного материала рапса озимого с целью выявления доноров устойчивости к фомозу, в результате которого выявлены коллекционные образцы с более низкой степенью поражения болезнью по сравнению со стандартом, представляющие интерес как исходный материал для селекции устойчивых сортов (Бочкарева и др., 2005).

В зарубежных исследованиях рассматривались вопросы индукции генов устойчивости горчицы сарептской, горчицы белой и рыжика посевного к патогенному для этих культур возбудителю альтернариоза *A. brassicae* путем обработки защитными регуляторами (салициловой или жасмоновой кислотами). Отмечена разница в ответной реакции этих культур на инфицирование грибом *A. brassicae* (Tewari, 1991). На основании исследований ученые выдвинули предположение о том, что горчица сарептская восприимчива, горчица белая – умеренно устойчива и рыжик посевной – устойчив к заражению патогеном (Sharma et al., 2002; Chamil et al., 2014).

Учеными проводится также поиск источников генетической устойчивости к другому возбудителю альтернариоза – *A. brassicicola*. Оценку растений овощных капустных культур на устойчивость к поражению патогеном проводили при искусственном инфицировании в лабораторных условиях на отдельных листьях и проростках. Выделено два межвидовых гибрида, которые предложено использовать в селекционной работе (Nowakowska et al., 2018).

Оценку селекционного материала сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням предпочтительнее проводить в естественных условиях инфицирования. Тем не менее, в селекционной работе довольно часто

возникает необходимость осуществлять оценку устойчивости селекционных образцов к возбудителям болезней в лабораторных условиях, что позволяет оценивать материал в более ранние фазы развития растений. Однако реакция молодых растений должна быть сопоставимой с реакцией на заражение патогенами взрослых растений. Кроме этого, преимуществом лабораторных методов является возможность выполнять оценку устойчивости селекционных образцов в течение всего года, ускоряя селекционный процесс.

Изучение устойчивости растений к болезням в лабораторных условиях проводят на многих культурах. Так, исследование степени устойчивости моркови к возбудителям фузариоза на дисках-вырезках корнеплодов культуры проводилось такими учеными как Э.А. Власова, Е.И. Федоренко (1986), Г.Ф. Першина, Л.Т. Тимина (1989), К.Л. Алексеева, М.И. Иванова (2015). Метод дисков-вырезок предлагается для комплекса болезней: фузариоза и альтернариоза с целью первичного скрининга агрессивности изолятов возбудителей этих болезней на моркови, а также контроля степени агрессивности «старых» изолятов (Соколова, 2018).

Во ВНИИМК проводятся исследования по совершенствованию имеющихся и разработке новых лабораторных методов оценки поражения разных масличных культур (подсолнечника, льна, рапса, горчицы сарептской) наиболее вредоносными для них болезнями. Так, Д.В. Подкиной и др. (1988) разработан метод оценки селекционного материала сои на устойчивость к фузариозу и склеротиниозу с использованием водной суспензии чистых культур патогенов для заражения растений при создании устойчивых к этим болезням сортов сои.

Для выполнения оценки поражаемости льна масличного фузариозом в форме трахеомикозного увядания учеными ВНИИМК разработаны лабораторные методы инфицирования проростков культуры возбудителем болезни. С их помощью можно достоверно определять степень поражения образцов льна (Маслиенко и др., 2019).

Кроме этого, в институте осуществлена лабораторная оценка селекционного материала подсолнечника на устойчивость к разным расам ложной мучнистой росы, которая выявила образцы, устойчивые к нескольким расам патогена одновременно (Голощапова и др., 2022). Также модифицирован лабораторный метод искусственного заражения подсолнечника возбудителем фомоза для создания среднего фона заражения патогеном проростков культуры (Маслиенко и др., 2020). А модифицированный лабораторный экспресс-метод оценки поражаемости растений подсолнечника возбудителем фомоза позволил выделять устойчивый к болезни материал культуры на ранних стадиях развития растений для использования в селекционном процессе при создании устойчивых к болезни сортов подсолнечника (Саукова и др., 2020). Также разработан способ определения устойчивости подсолнечника к фузариозной корневой гнили в лабораторных условиях с разработкой шкалы интенсивности поражения проростков культуры, что позволяет проводить быструю и достоверную оценку материала болезнью для применения в селекционной работе по выведению новых сортов подсолнечника (Саукова, 2011).

В 1990 г. исследователи ВНИИМК предложили метод оценки устойчивости рапса и горчицы сарептской к фузариозу в лабораторных условиях. Оценку поражения проводили через 1, 2 и 3 суток, учитывая только количество пораженных проростков. Считалось, что проростки восприимчивые, если их ткани расслизняются, и устойчивые, если сохраняется тургор и зеленый цвет тканей проростков. Однако при проведении этих исследований количество пораженных растений составляло уже через сутки: у рапса – 71,8 %, у горчицы – 88,7 % (Зайчук и др., 1990).

Помимо этого, учеными ВНИИМК разработан лабораторный метод искусственного заражения семян рапса озимого возбудителем белой гнили, позволяющий оценивать поражение проростков рапса болезнью с высокой достоверностью результатов (Маслиенко, Шипиевская, 2015).

Также, в институте разработан лабораторный метод искусственного заражения проростков горчицы сарептской суспензией гриба *A. brassicicola* без

повреждения поверхности семядольных листьев для проведения первичной оценки селекционного материала на устойчивость к альтернариозу, а также модифицирована шкала степени поражения проростков (Сердюк, 2008).

В условиях Московской области проведены лабораторные исследования по оценке рапса озимого на устойчивость к комплексу наиболее вредоносных в этом регионе болезней (склеротиниоз, фузариоз) с использованием бензимидазольного метода, в результате которых выделены образцы с низким баллом поражения болезнями. Устойчивые к склеротиниозу образцы были испытаны на искусственном инфекционном фоне в полевых условиях. По итогу выделено несколько образцов рапса с устойчивостью к склеротиниозу выше на 20-32 % по сравнению с сортом-стандартом (Разгуляева и др., 1999).

В результате исследований зарубежных ученых в последние годы разработаны ДНК-маркеры генов устойчивости яровых рапса, горчицы черной и сурепицы к киле. Возбудитель болезни – облигатный паразит, следовательно, возможно создание иммунных к этой болезни сортов культур (Mehraj et al., 2020).

При осуществлении оценки используют как прямые методы, когда происходит непосредственный контакт растения или его отдельных органов и патогена, так и косвенные, когда на реакцию растений влияют их анатомо-морфологические, физиологические или биохимические особенности (Дьяков и др., 1984). Косвенные методы позволяют провести предварительную оценку материала на начальных этапах селекционного процесса, когда появляются затруднения с сохранением или наработкой инфекционного материала (Косвенные методы ... , 2014). Косвенные методы применяются, в основном, при горизонтальной устойчивости. К таким методам относится, например, использование токсинов, вырабатываемых патогенами (Дьяков и др., 1984).

Оценку селекционного материала на устойчивость к наиболее вредоносным болезням путем использования культуральной жидкости патогенов проводят для разных сельскохозяйственных культур.

Так, во Всероссийском институте генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) разработан метод оценки бобовых трав к фузариозному

увяданию, основанный на использовании токсинов возбудителя болезни, выделяемых им при культивировании на жидкой среде Чапека в течение 20 суток (Косвенные методы ... , 2014).

Грибы рода *Fusarium* spp. выделяют трихотеценовые токсины (относящиеся к терпеноидам), вызывающие увядание растений. Трихотецены являются ингибиторами синтеза белка в растительных клетках (Hohn, 1997). Кроме этого, грибы этого рода, как и *L. maculans*, продуцируют зеараленоны (Badawy, Норре, 1989), фумонизины, энниатины, монилиформин, боверицин и др., действие которых также приводит к появлению симптомов болезни на растениях (Пискун и др., 2002; Соколова, 2008; Шамрай, 2010). Так, из пораженных грибами рода *Fusarium* семян ячменя и пшеницы в Норвегии выделены боверицин и энниатины, в Хорватии и Южной Африке из семян кукурузы – боверицин (Shephard et al., 1999; Jurjevic et al., 2002; Uhlig et al., 2006).

Установлено, что вид *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyder & Hansen в процессе своей жизнедеятельности образует преимущественно такие токсины как боверицин и монилиформин, которые проявляют высокую токсичность не только в отношении клеток растений, но также животных и насекомых (Шамрай, 2010). Однако изучение влияния метаболитов *F. oxysporum* в отношении томатов на стадии прорастания семян культуры показало, что более сильным токсическим эффектом обладала фузариевая (фузариновая) кислота. Она оказывала сильное осмотическое воздействие на протоплазму клеток растений, вызывая некрозы паренхимной ткани и жилок (Гойман, 1954). Кроме этого, было выявлено отрицательное влияние метаболитов патогена на пыльцу сортов томата. Выявлено проявление сортоспецифичной реакции у контрастных по устойчивости сортов, что может служить обоснованием для применения метаболитов в оценке на устойчивость к фузариозу (Пискун и др., 2002).

У возбудителя фомоза гриба *L. maculans* выявлены метаболиты, обладающие фитотоксической активностью. Среди них наиболее токсичными являлись сиродесмин PL и фомалид СФТ, действие которых вызывает

различные патологии в клетках растений, что приводит к их дальнейшей гибели (Badawy, Hoppe, 1989; Pedras, Biesenthal, 2000).

Многие другие патогенные грибы в процессе своей жизнедеятельности и инфицировании растений образуют вторичные метаболиты, обладающие фитотоксичностью. Так, некоторые виды родов *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Phoma* spp., образуют производные аристолохена (вторая группа терпеноидов), которые менее токсичны по сравнению с трихотеценами (Evidente et al., 1995). Метаболит с фитотоксичным действием деструксин В выявлен у гриба *Alternaria brassicae* (Butt et al., 2001).

Во ВНИИМК предложен лабораторный метод оценки устойчивости селекционного материала горчицы сарептской к альтернариозу с использованием культуральной жидкости гриба *A. brassicicola*. Установлено, что симптомы болезни после нанесения капель культуральной жидкости патогена на поврежденные семядоли проростков соответствуют симптомам, наблюдаемым при нанесении капель суспензии, включающей колониеобразующие единицы гриба, на не поврежденные семядоли проростков горчицы сарептской (Сердюк, 2006).

Из культуральной жидкости гриба *Botrytis cinerea* выделено несколько метаболитов с фитотоксическими свойствами. Однако большее количество токсинов (относящихся к двум классам: с ботриановым скелетом и производные ботцинолида) было выделено из более агрессивных изолятов этого гриба (Reino et al., 2004).

У многих грибов химическая структура фитотоксинов идентифицирована. Однако еще не расшифрованы структуры основных токсинов у грибов рода *Verticillium* spp., вызывающих трахеомикозное увядание растений (Pegg, Brady, 2000).

Наиболее оперативным методом защиты посевов сельскохозяйственных культур является химический метод (Груздев, Афанасьева, 1983; Афанасьева и др., 1992). Важным приемом химической защиты посевов этих культур от болезней является предпосевное протравливание семян (Escamilla et al., 2019; Ну

et al., 2019; Gupta et al., 2020; Попов, Илларионов, 2022). Обработка семян сельскохозяйственных культур фунгицидами является эффективным способом обеззараживания посевного материала и получения здоровых всходов, хотя ранее считалось, что такие обработки не оказывают влияния на снижение количества инфекционного начала патогенов, проникающих внутрь семян (Maude, Jeffs, 1986; Семеренко и др., 2016).

Одним из первых протравителей семян являлся формалин. В 70-х годах 20 века им обрабатывали большие партии семян яровых культур во многих хозяйствах (Кузнецова, 1978). Но его применение было не безопасным для здоровья работающих с ним работников.

Важным достижением в вопросе снижения инфицирования семян стала разработка дикарбосимидного фунгицида ипродиона. Несмотря на то, что этот препарат не системный, обработка им позволила эффективно снизить уровень внутреннего инфицирования семян грибами *A. brassicicola* и *A. brassicae* (Maude, Humpherson-Jones, 1980). Очевидно, что химические препараты проникают в ткани семени с водой. Самым известным в мире и эффективным препаратом из группы ртутьорганических веществ являлся гранозан. Однако в начале 80-х годов эти фунгициды были запрещены во многих странах, позднее и в нашей стране из-за высокой токсичности (Каспаров, Промоненков, 1990).

На смену ртутисодержащим протравителям был разработан Тирам, ВСК (400 г/л) (из группы тиурамдисульфидов). Наиболее известным препаратом этой группы до сих пор является ТМТД, ВСК, который широко применяется для обработки семян масличных культур – подсолнечника, сои, рапса, арахиса, льна (Пивень, 1987; Пивень и др., 2004).

Введение системных фунгицидов обеспечило возможность уничтожать часть внутренней инфекции. Бензимидазольные препараты были первыми системными фунгицидами, обладающими способностью проникать и передвигаться по тканям растений. Среди преимуществ этих препаратов следует отметить высокую избирательность, более низкие нормы расхода, меньшую кратность обработок, хорошую удерживаемость на растении

(Каспаров, Промоненков, 1990). К производным бензимидазола относятся Беномил, СП (Бенлат, СП, Узген, СП, Фундазол, СП), Карбендазим, КС (БМК, КС, Дезорал, КС, Бавистин, СП, Олгин, СП, Тиабендазол, КС, Текто, КС).

Ассортимент современных фунгицидов для обработки семян включает более 50 наименований (Государственный каталог ... , 2023). Из них большинство относится к триазоловым соединениям, обладающим высокой эффективностью против семенной инфекции. Однако кроме эффективности против болезней, препараты должны быть экологически безопасными и экономически доступными. В связи с этим ассортимент фунгицидов постоянно совершенствуется (Здрожевская, 2005).

В последние годы разработаны протравители с действующими веществами: флудиоксонил, тиабендазол и др., которые обеспечивают эффективную защиту семян от инфицирования патогенами (Средства защиты ... , 2023). Основными требованиями к протравителям являются отсутствие фитотоксичности к растениям, совместимость с другими компонентами композиционных составов, не создавать препятствий для дыхания и набухания семян (Абеленцев, Жесткова, 1998).

В 2010-2012 гг. в Пензенской области проведены исследования по влиянию протравителей ТМТД, ВСК и Апрон Голд, ВЭ на темпы роста и развитие растений рыжика ярового. Выявлено, что препараты увеличивали ассимиляционную поверхность листьев, фотосинтетический потенциал растений, и в конечном итоге, чистую продуктивность фотосинтеза (способность растений накапливать сухое вещество за сутки в расчете на 1 м<sup>2</sup> листьев) (Прахова, 2013). Все семена, обработанные этими препаратами, имели сильные проростки, длина которых достигала 1,9-2,8 см (минимум составляет 1,5 см). Под влиянием протравителей Апрон Голд, ВЭ и ТМТД, ВСК также отмечены максимальные значения по массе 100 ростков (0,90-0,95 г), что превышало контроль почти на 70-90 % (Прахова, 2015).

В Германии было изучено влияние обработки семян химическими фунгицидами на проявление симптомов фомоза и пероноспороза на первых

листьях растений рапса. Испытывали препараты, содержащие действующие вещества: тирам, тебуконазол, диметоморф и метконазол. В результате действия препаратов отмечена низкая частота встречаемости болезней по типу пятнистостей в фазе двух настоящих листьев (Föller et al., 2000).

Главным приемом защиты вегетирующих растений масличных культур семейства Капустные в полевых условиях является опрыскивание их фунгицидами. Несколько десятилетий назад наиболее широко применяемыми были дитиокарбаматы: Манкоцеб, СП, Цирам, СП, Цинеб, СП, Бордосская жидкость, ВП (Gupta, 1985). Однако обработку растений этими препаратами необходимо было проводить несколько раз. Так, например, чтобы защитить посевы горчицы сарептской от гриба *A. brassicae* в Индии растения опрыскивали до четырех раз с интервалами в 10 дней (Gupta et al., 1977; Gupta, 1985). На посевах сурепицы в Англии против инфицирования растений грибом *A. brassicicola* эффективными были четырехкратные опрыскивания растений Бордосской жидкостью, СП с интервалом в две недели в году, когда уровень поражения болезнью был низким (Humpherson-Jones, Maude, 1982).

В 80-е годы XX века были разработаны новые действующие вещества для обработки вегетирующих растений рапса против болезней: ипродион, фенпропиморф, винклозолин, прохлораз и флутриафол. Действие препарата, содержащего ипродион, являлось наиболее эффективным, особенно по сравнению с Бордосской жидкостью, СП (Humpherson-Jones, Maude, 1982). Кроме того, эффект действия этого действующего вещества был постоянен. Сейчас ипродион широко используется для борьбы с болезнями вегетирующих растений многих культур, включая овощные крестоцветные.

В испытаниях, проведенных на рапсе, Фоликур, КЭ (действующее вещество тебуконазол) эффективно подавлял развитие *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pyrenopeziza brassicae*, *Alternaria* spp., *Verticillium* spp., *Mycosphaerella brassicicola*, *Botrytis cinerea* при применении фунгицида в фазы цветения и начала созревания семян (Kaspers, Siebert, 1989; Bolton, Adam, 1992). Применение Фоликура, КЭ до цветения рапса уменьшало полегание культуры

независимо от присутствия болезни, причем ретардантное действие препарата усиливалось с повышением его дозы. Двукратное применение препарата, содержащего тебуконазол, до и после цветения обеспечивало полную защиту культуры от болезней и приводило к заметному повышению урожая (Пивень, Сердюк, 2010).

Исследования по изучению влияния фунгицидов Манкоцеб, СП и Карбендазим, КС на поражение листьев горчицы сарептской альтернариозом, вызванным *A. brassicae*, проводились в Индии. Оба препарата продемонстрировали высокую эффективность, подавляли развитие патогена на 100 % (Meena et al., 2004).

Проведенные в Татарстане исследования показали, что применение препаратов осенью снизило развитие фомоза на стеблях рапса озимого, биологическая эффективность препаратов достигала 92-93 %. Максимальная биологическая эффективность отмечена в вариантах с использованием препаратов Рекс Плюс, СЭ и Импакт, КС (Ваисов и др., 2009; Ваисов, 2011).

В настоящее время существуют наиболее современные фунгициды из триазольной и стробилуриновой групп, эффективно снижающие вредоносность фомоза на рапсе озимом и сохраняющие урожай семян. Они также проявляют росторегулирующие свойства, их применение способствует ингибированию роста растений, уменьшению межузлового удлинения, повышению уровня хлорофилла в тканях, увеличению соотношения корней и побегов, замедленному старению растений, повышению антиоксидантной активности (Ijaz, Nonermeier, 2012; Zamani-Noor, Knüfer, 2018).

В условиях Среднего Поволжья для озимого и ярового рыжика наибольшую опасность представляет белая ржавчина, для снижения вредоносности которой были испытаны контактные медьсодержащие препараты (Бордосская жидкость, СП, Абига-Пик, ВС) и системные двухкомпонентные препараты (Амистар Экстра, СК, Аканто Плюс, КС). Лучший защитный эффект отмечен у системных препаратов, применение которых позволило сохранить урожай семян рыжика озимого на 17-19 %,

рыжика ярового – на 10-14 % по сравнению с контрольным вариантом (Плужникова и др., 2016).

Белорусскими учеными проведены испытания препаратов Пиктор, КС и Титул Дуо, ККР против альтернариоза и склеротиниоза на рапсе яровом. В результате исследований установлено, что препараты проявили высокую биологическую эффективность: способствовали снижению распространенности и развития склеротиниоза и альтернариоза в посевах культуры по сравнению с контрольным вариантом, что привело к увеличению массы 1000 семян на 0,22 г и сохранению урожайности культуры на 3,7-4,0 ц/га по сравнению с контролем (Клочкова, Соломко, 2015).

Позже при искусственном заражении растений рапса с использованием чистых культур возбудителей фомоза, серой гнили, альтернариоза и склеротиниоза в тепличных условиях и применением бензимидазольного метода в лабораторных условиях испытаны препараты Пиктор, КС и Оптимо Дуо, КЭ. Биологическая эффективность препаратов против всех болезней была высокой, превысив 85 % (Пилук и др., 2016; Шашко и др., 2017).

В 2012-2015 гг. зарубежными исследователями были проведены многофакторные полевые опыты по оценке влияния триазольных фунгицидов, применяемых по отдельности или в комбинации, на развитие фомоза, перезимовку и урожайность семян. Испытаны фунгициды с действующими веществами, обладающими росторегулирующей активностью (прохлораз + тебуконазол, мепикват + метконазол, тебуконазол, тебуконазол + протиоконазол, флуксапироксад + тебуконазол), которые применялись дважды: осенью и весной. Применение действующих веществ мепиквата + метконазола снизило гибель в зимний период на 10 % по сравнению с контролем. Отмечено, что обработка фунгицидами против фомоза была более эффективной у умеренно устойчивых сортов по сравнению с восприимчивыми. Наиболее эффективным являлся препарат, содержащий смесь флуксапироксад + тебуконазол, в варианте с его применением отмечено также и большее сохранение урожая семян (Zamani-Noor, Knüfer, 2018).

В условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации, в Республике Мордовия на рапсе яровом проведены исследования по изучению биологической и хозяйственной эффективности химических препаратов против пероноспороза и мучнистой росы. Установлено, что высокие показатели фунгицидной активности были получены в опытах с двухкомпонентными препаратами, содержащими в своем составе пропиконазол (300 г/л) + тебуконазол (200 г/л) и азоксистробин (240 г/л) + эпоксиконазол (160 г/л) при двукратной обработке в фазе формирования розетки листьев-перехода в стеблевание и в фазе цветения рапса. Максимальная хозяйственная эффективность препаратов была получена в варианте с пропиконазол + тебуконазол (0,7-0,9 т/га) (Девяткина и др., 2024).

Таким образом, анализ литературных источников свидетельствует о необходимости разработки современных прямых и косвенных методов оценки в лабораторных и полевых условиях селекционного материала озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной на устойчивость к основным вредоносным болезням, поскольку для ряда масличных культур семейства Капустные этот вопрос остается открытым.

Анализ литературы по вопросу защиты семян и вегетирующих растений озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также яровых горчицы белой и горчицы черной от поражения болезнями показал, что подобных исследований было мало, а в степной зоне Западного Предкавказья они до настоящего времени не проводились.

Следовательно, подбор эффективных фунгицидов для совершенствования защиты семян и вегетирующих растений масличных культур семейства Капустные является актуальным.

## 2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые и лабораторные исследования выполняли в 2011-2023 гг. на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (ВНИИМК), г. Краснодар, который расположен в центральной части Краснодарского края, а также в Динском, Белореченском, Выселковском, Павловском, Крыловском районах, территориально находящихся в центральном и северном степных районах Краснодарского края и относящиеся к географической области Западного Предкавказья (рисунок 1).



Рисунок 1 – Климатические зоны Краснодарского края (Виды почв ... , 2025)

Внедрение результатов исследований проводили в Динском районе Краснодарского края (центральная часть Краснодарского края) и Шпаковском районе Ставропольского края (западная часть Ставропольского края) в 2022-2023 гг.

## **2.1. Почвенно-климатические условия места проведения исследований**

Климат центральной части Краснодарского края, относящейся к степной зоне Западного Предкавказья, относится к умеренно континентальному, регион расположен в зоне достаточного увлажнения, которая относится к неустойчиво увлажненной по степени обеспеченности влагой. Среднее количество осадков, выпадающих в крае за год, составляет 686 мм, однако они неравномерно распределяются как по месяцам, так и по фазам вегетации растений масличных культур семейства Капустные. Достаточно часто фиксируются летние засухи с большой повторяемостью засух и суховеев (Агроклиматические ресурсы ... , 1975).

По данным одних ученых, в теплый период в центральной части Краснодарского края выпадают осадки в сумме в среднем 393 мм, в холодный период – 293 мм, т.е. соответственно 57 и 43 % годовой суммы осадков в регионе (Швер, Павличенко, 1990), другие исследователи показывают, что за холодный период (ноябрь-март) выпадает 273 мм, за теплый (апрель-октябрь) – 370 мм осадков (Зеленцов, Бушнев, 2006).

Средние показатели относительной влажности воздуха в центральной части Краснодарского края имеют отчетливый годовой ход по месяцам. Наименьшие значения относительной влажности воздуха отмечаются в июле-августе (60-70 %), причем в отдельные дни могут снижаться до 20-30 %. Наиболее высокие показатели относительной влажности воздуха наблюдаются в декабре-январе (80-88 %) (Белюченко, 2010).

Среднегодовая температура воздуха составляет плюс 10,8 °С, среднегодовая месячная изменяется от минус 1,6 °С в январе до плюс

23,3 °С в июле. Амплитуда средних месячных температур воздуха составляет 24,9 °С (Швер, Павличенко, 1990).

Зима в местах исследований наступает обычно в начале-середине декабря, мягкая с неустойчивым снежным покровом и частыми оттепелями. Количество теплых дней зимой в центральной части Краснодарского края достигает 65-70, однако отмечаются понижения температуры до минус 20,0 °С. Глубина промерзания почвы в регионе может составлять от 13 до 27 см. Весна наступает обычно рано с быстрым нарастанием средних температур воздуха, однако вплоть до первой декады мая вероятны весенние заморозки. Начало летнего периода возможно уже в первой декаде мая. Лето жаркое, часто с низким количеством осадков, со среднесуточной температурой воздуха в среднем за летний период плюс 20,9-23,5 °С. Среднемесячная температура воздуха в июле составляет плюс 26,0- 28,0 °С, возможно достижение и 42,0 °С. Осень в центральной части Краснодарского края часто теплая с разным количеством выпадающих осадков по месяцам, наблюдается большее количество осадков в ноябре. В третьей декаде октября уже фиксируются первые заморозки, продолжительность безморозного периода составляет в среднем 191-193 дня (Агроклиматические ресурсы ... , 1975; Зеленцов, Бушнев, 2006).

И.А. Драгавцева и др. (2013) отмечают, что «за последние десятилетия происходят некоторые изменения климата Краснодарского края: увеличение безморозного периода; учатившиеся оттепели в связи с ростом суммы активных температур (максимум отмечен в 2010 г. и составил > 4400 °С, против 3800 °С в среднем по территории региона); сокращение на 40% частоты наступления максимальных морозов в январе-феврале ниже минус 22 °С; уменьшение вероятности наступления температуры ниже минус 10 °С в марте с одновременным возрастанием частоты заморозков в апреле-мае; рост максимальных температур (выше 30 °) в мае-августе на 63,6 %».

Почва в месте исследований представлена черноземом выщелоченным малогумусным сверхмощным тяжелосуглинистым, сформированным на лессовидном карбонатном суглинке (Блажний, 1958; Симакин, 1966), хорошо

дифференцирован на почвенно-генетические горизонты: Апах–А–АВ1–АВ2–В–С (Шеуджен и др., 2017). По гранулометрическому составу почва пылевато-иловатая легкоглинистая, количество глиняных частиц в нем составляет 64-72 %, из них 39-42 % – илестые (Кузнецов, 1968; Соколов, Фридганд, 1984). Структура выщелоченного чернозема в местах исследований комковатая, количество гумуса в нем относительно невелико: в верхнем горизонте почвы – 3-4 %, а на глубине 150-200 см – 0,1-1 %. Тем не менее, совокупные запасы перегноя в силу большой мощности гумусного горизонта (до 170 см), достигают существенной величины (640-670 т/га).

А.Х. Шеуджен и др. (2017) отмечают, что «для формирования высокопродуктивного биоценоза почва обладает благоприятными физическими свойствами (плотность сложения 1,30 г/см<sup>3</sup>, плотность твердой фазы 2,67 г/см<sup>3</sup>, общая пористость 51,9 %, пористость аэрации 27,8 %). Почва имеет достаточно большие запасы гумуса в толще А+В, равные 468,2 т/га; сумму поглощенных оснований в горизонте Апах – 42,8 мг.-экв./100 г с преобладанием в ППК катиона Са<sup>2+</sup>; высокую намагниченность в пахотном слое  $\chi$  1,045 10<sup>-3</sup> ед. СИ и хорошо обеспечена оксидами кремния, алюминия и железа».

Реакция пахотного слоя близка к нейтральной (рН = 7,0-7,2) с плотностью 1,24-1,29 г/см<sup>3</sup> (Симакин, 1966).

Чернозем выщелоченный обладает высокой водопроницаемостью, гигроскопичностью и поглощательную способность, но способен накапливать незначительное количество доступной для растений продуктивной влаги. По данным одних ученых, запасы влаги в слое чернозема до 200 см составляют 560-694 мм, в то время как на долю продуктивной влаги приходится всего около 40 % (Кириченко, 1952), а по данным других исследователей еще меньше – 251-298 мм (Блажний, 1958; 1974; Вальков и др., 1996).

А.Х. Шеуджен и др. (2018) в своих исследованиях определили, что водно-физические свойства чернозема выщелоченного являются также благоприятными для развития растений (полная влагоемкость 34,0 %,

наименьшая влагоемкость 29,8 %, максимальная гигроскопичность 9,49 %, влажность завядания 14,2 %, диапазон активной влаги 15,6 %).

Чернозем выщелоченный в местах исследований характеризуется высоким содержанием основных элементов минерального питания. Общего азота в пахотном слое содержится 0,26-0,35 %, фосфора – 0,18-0,22 %, калия – 1,5-2,0 % (Шкода, 1974). В количественном соотношении, по результатам исследований лаборатории агрохимии ВНИИМК, в черноземах в слое 0-30 см содержится 17-22 мг/100 г почвы подвижного фосфора; 24-28 мг/100 г почвы обменного калия (Тишков, 2006).

В целом почвенно-климатические условия степной зоны Западного Предкавказья благоприятны для возделывания озимых и яровых масличных культур семейства Капустные.

## **2.2 Погодные условия в годы проведения исследований**

В годы проведения исследований (2011-2023 гг.) погодные условия в г. Краснодар (метеостанция х. Октябрьский) были благоприятными для выращивания озимых и яровых масличных культур семейства Капустные (таблица 1-2). Средняя температура воздуха за изученные сельскохозяйственные годы превышала среднемноголетние показатели в среднем за год на 1,6-3,9 °С, что положительно влияло на рост и развитие озимых и яровых рапса, горчицы сарептской, рыжика, а также горчицы белой, горчицы черной (таблица 1). Всходы озимых культур в октябре и яровых – в апреле отмечали при средней температуре воздуха выше плюс 10,0 °С. Средняя температура воздуха в зимние месяцы не опускалась ниже минус 5,1 °С, что способствовало благоприятной перезимовке озимых культур. Во время вегетации всех изученных культур температурные диапазоны позволяли растениям как озимых, так и яровых культур реализовать свой потенциал.

Количество осадков в среднем за сельскохозяйственные годы превышало среднемноголетние показатели за исключением 2012 г., 2020 и 2023 гг., когда в

июне были отмечены засушливые условия (ниже среднемноголетних за год на 6,8; 10,6 и 4,5 мм), в 2013 г. низкое количество осадков зафиксировано в мае – ниже среднемноголетних на 6,8 мм (таблица 2). Но стоит отметить, что, несмотря на засушливые условия в эти месяцы, снижения урожая изученных культур не наблюдалось. Во все остальные годы количество осадков превышало среднемноголетние показатели в среднем за год на 43,0-71,4 мм, что положительно влияло на развитие озимых и яровых масличных культур семейства Капустные.

Всходы озимых культур в октябре и яровых – в апреле отмечали при количестве осадков больше 17,0 мм. В 2020 г. количество осадков в апреле составило 3,9 мм, однако этого было достаточно для получения дружных всходов яровых культур, а значительное повышение количества осадков в мае 2020 г. способствовало быстрому развитию растений изученных культур.

В осенние месяцы осадков было достаточно для формирования розетки культур оптимальных размеров для благополучной перезимовки, их количество составило в октябре – 17,0-93,8 мм, ноябре – 20,3-99,5 мм.

Поражение патогенами разной этиологии озимых и яровых масличных культур семейства Капустные отмечали ежегодно. Первые признаки многих болезней отмечали с начала мая, поэтому для оценки влияния комплекса погодных факторов на распространенность болезней в ходе исследований нами дополнительно был изучен период с первой декады мая по вторую декаду июля (до фазы желтого стручка).

Подробные данные погодных условий каждого календарного года подекадно (температура воздуха, количество осадкой и относительная влажность воздуха) представлены в Приложении А (А.1-А.14).

Ежегодно на основе метеорологических показателей: количество осадков и средняя температура воздуха вычисляли гидротермический коэффициент (ГТК) и учитывали и относительную влажность воздуха за период: первая декада мая-вторая декада июля.

Таблица 1 – Среднемесячная температура воздуха (°С) в сравнении со среднемноголетними показателями (2010-2023 гг.)

Год	Месяц												Среднее
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Среднемноголетняя	17,4	11,6	5,1	0,4	-1,8	-0,9	4,2	10,9	16,8	20,4	23,2	22,7	10,8
2010-2011	21,7	11,5	12,0	7,2	-0,1	-1,3	4,6	10,0	17,1	22,6	27,1	23,7	13,0
Отклонение	<b>+4,3</b>	<b>-0,1</b>	<b>+6,9</b>	<b>+6,8</b>	<b>+1,7</b>	<b>-0,4</b>	<b>+0,4</b>	<b>-0,9</b>	<b>+0,3</b>	<b>+2,2</b>	<b>+3,9</b>	<b>+1,0</b>	<b>+2,2</b>
2011-2012	19,4	11,7	1,4	5,7	-0,2	-5,1	3,1	16,5	21,4	24,7	25,8	25,2	12,5
Отклонение	<b>+2,0</b>	<b>+0,1</b>	<b>-3,7</b>	<b>+5,3</b>	<b>+1,6</b>	<b>-4,2</b>	<b>-1,1</b>	<b>+5,6</b>	<b>+0,3</b>	<b>+4,3</b>	<b>+1,3</b>	<b>+1,5</b>	<b>+1,7</b>
2012-2013	21,3	16,8	8,3	2,3	4,5	5,8	7,6	14,0	21,8	23,5	24,9	25,3	14,7
Отклонение	<b>+3,9</b>	<b>+5,2</b>	<b>+3,2</b>	<b>+1,9</b>	<b>+6,3</b>	<b>+6,7</b>	<b>+3,4</b>	<b>+3,1</b>	<b>+5,0</b>	<b>+3,1</b>	<b>+1,7</b>	<b>+2,6</b>	<b>+3,9</b>
2013-2014	16,9	11,3	9,0	0,8	0,9	2,6	8,5	13,1	20,1	22,0	25,4	27,1	13,1
Отклонение	<b>-0,5</b>	<b>-0,3</b>	<b>+3,9</b>	<b>+0,4</b>	<b>+2,7</b>	<b>+3,5</b>	<b>+4,3</b>	<b>+2,2</b>	<b>+3,3</b>	<b>+1,6</b>	<b>+2,2</b>	<b>+3,4</b>	<b>+2,3</b>
2014-2015	19,8	10,9	4,8	4,5	2,1	3,5	7,5	11,1	18,5	23,0	25,2	26,3	13,1
Отклонение	<b>+2,4</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,3</b>	<b>+4,1</b>	<b>+3,9</b>	<b>+4,4</b>	<b>+4,2</b>	<b>+0,2</b>	<b>+1,7</b>	<b>+2,6</b>	<b>+2,0</b>	<b>+3,6</b>	<b>+2,3</b>
2015-2016	23,2	11,1	9,8	5,6	0,2	7,1	8,5	14,7	17,7	23,4	25,8	27,2	14,5
Отклонение	<b>+5,8</b>	<b>-0,5</b>	<b>+4,7</b>	<b>+5,2</b>	<b>+2,0</b>	<b>+8,0</b>	<b>+4,3</b>	<b>+3,8</b>	<b>+0,9</b>	<b>+3,0</b>	<b>+2,6</b>	<b>+4,5</b>	<b>+3,7</b>
2016-2017	18,8	10,9	7,0	-1,2	0,6	1,4	9,0	12,1	17,5	22,0	24,8	26,3	12,4
Отклонение	<b>+1,4</b>	<b>-0,7</b>	<b>+1,9</b>	<b>-1,6</b>	<b>+2,4</b>	<b>+2,3</b>	<b>+4,8</b>	<b>+1,2</b>	<b>+0,7</b>	<b>+1,6</b>	<b>+1,6</b>	<b>+3,6</b>	<b>+1,6</b>
2017-2018	21,3	12,2	6,4	5,2	1,4	2,5	6,1	13,5	19,0	23,5	26,3	25,4	13,6
Отклонение	<b>+3,9</b>	<b>+0,6</b>	<b>+1,3</b>	<b>+4,8</b>	<b>+3,2</b>	<b>+3,4</b>	<b>+1,9</b>	<b>+2,6</b>	<b>+2,2</b>	<b>+3,1</b>	<b>+3,1</b>	<b>+2,7</b>	<b>+2,8</b>
2018-2019	19,5	13,8	3,6	2,6	2,9	3,1	6,4	11,9	19,1	25,2	23,0	23,7	12,9
Отклонение	<b>+2,1</b>	<b>+2,2</b>	<b>-1,5</b>	<b>+2,2</b>	<b>+4,7</b>	<b>+4,0</b>	<b>+2,2</b>	<b>+1,0</b>	<b>+2,3</b>	<b>+4,8</b>	<b>-0,2</b>	<b>+1,0</b>	<b>+2,1</b>
2019-2020	18,5	12,4	6,6	4,0	2,3	3,9	9,3	10,4	16,4	22,9	25,4	23,8	13,0
Отклонение	<b>+1,1</b>	<b>+0,8</b>	<b>+1,5</b>	<b>+3,6</b>	<b>+4,1</b>	<b>+4,8</b>	<b>+5,1</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,4</b>	<b>+2,5</b>	<b>+2,2</b>	<b>+1,1</b>	<b>+2,2</b>
2020-2021	21,2	16,1	5,6	1,9	1,3	0,5	4,6	11,1	18,0	21,7	26,2	25,6	12,8
Отклонение	<b>+3,8</b>	<b>+4,5</b>	<b>+0,5</b>	<b>+1,5</b>	<b>+3,1</b>	<b>+1,4</b>	<b>0,4</b>	<b>+0,2</b>	<b>+1,2</b>	<b>+1,3</b>	<b>+3,0</b>	<b>+2,9</b>	<b>+2,0</b>
2021-2022	17,1	10,4	7,6	4,8	1,9	5,0	2,9	13,4	15,2	23,0	23,7	26,2	12,6
Отклонение	<b>-0,3</b>	<b>-1,2</b>	<b>+2,5</b>	<b>+4,4</b>	<b>+3,7</b>	<b>+5,9</b>	<b>-1,3</b>	<b>+2,5</b>	<b>-1,6</b>	<b>+2,6</b>	<b>+0,5</b>	<b>+3,5</b>	<b>+1,8</b>
2022-2023	19,1	13,3	8,0	3,9	1,1	1,3	8,7	12,5	16,6	21,8	24,6	27,1	13,2
Отклонение	<b>+1,7</b>	<b>+1,7</b>	<b>+2,9</b>	<b>+3,5</b>	<b>+2,9</b>	<b>+2,2</b>	<b>+4,5</b>	<b>+1,6</b>	<b>-0,2</b>	<b>+1,4</b>	<b>+1,4</b>	<b>+4,4</b>	<b>+2,4</b>

Таблица 2 – Среднемесячное количество осадков (мм) в сравнении со среднемноголетними показателями (2010-2023 гг.)

Год	Месяц												Среднее
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Среднемноголетнее	38,0	52,0	59,0	66,0	50,0	50,0	48,0	48,0	57,0	67,0	60,0	48,0	53,6
2010-2011	17,6	92,3	24,2	99,5	109,6	65,8	65,9	137,7	107,2	53,5	3,1	80,6	71,4
Отклонение	<b>-20,4</b>	<b>+40,3</b>	<b>-34,8</b>	<b>+33,5</b>	<b>+59,6</b>	<b>+15,8</b>	<b>+17,9</b>	<b>+89,7</b>	<b>+50,2</b>	<b>-13,5</b>	<b>-56,9</b>	<b>+32,6</b>	<b>+17,8</b>
2011-2012	22,0	75,8	32,1	43,4	51,9	70,1	50,0	40,6	74,3	14,8	83,4	3,5	46,8
Отклонение	<b>-16,0</b>	<b>+23,8</b>	<b>-26,9</b>	<b>-22,6</b>	<b>+1,9</b>	<b>+20,1</b>	<b>+2,0</b>	<b>-7,4</b>	<b>+17,3</b>	<b>-52,2</b>	<b>+23,4</b>	<b>44,5</b>	<b>-6,8</b>
2012-2013	27,3	44,9	37,8	75,0	41,0	34,3	79,8	20,4	17,1	85,6	96,1	34,6	49,5
Отклонение	<b>-10,7</b>	<b>-7,1</b>	<b>-21,2</b>	<b>+9,0</b>	<b>-9,0</b>	<b>-15,7</b>	<b>+31,8</b>	<b>-27,6</b>	<b>-39,9</b>	<b>+18,6</b>	<b>+36,1</b>	<b>-13,4</b>	<b>-4,1</b>
2013-2014	106,6	75,3	65,7	70,8	106,9	14,7	94,0	17,9	44,8	129,4	51,3	0,0	64,8
Отклонение	<b>+68,6</b>	<b>+23,3</b>	<b>+6,7</b>	<b>+4,8</b>	<b>+56,9</b>	<b>-35,3</b>	<b>+46,0</b>	<b>-30,1</b>	<b>-12,2</b>	<b>+62,4</b>	<b>-8,7</b>	<b>-48,0</b>	<b>+11,2</b>
2014-2015	40,1	77,7	17,0	65,1	87,1	26,9	42,5	67,5	72,2	144,7	70,8	63,2	64,6
Отклонение	<b>+2,1</b>	<b>+25,7</b>	<b>-42,0</b>	<b>-0,9</b>	<b>+37,1</b>	<b>-23,1</b>	<b>-5,5</b>	<b>+19,5</b>	<b>+15,2</b>	<b>+77,7</b>	<b>+10,8</b>	<b>+15,2</b>	<b>+11,0</b>
2015-2016	8,5	83,1	78,1	52,7	90,8	47,2	29,2	25,6	62,2	176,1	43,4	28,1	60,4
Отклонение	<b>-29,5</b>	<b>+31,1</b>	<b>+19,1</b>	<b>-13,3</b>	<b>+40,8</b>	<b>-2,8</b>	<b>-18,8</b>	<b>-22,4</b>	<b>+5,2</b>	<b>+119,1</b>	<b>-16,6</b>	<b>-19,9</b>	<b>+6,8</b>
2016-2017	78,3	43,3	93,8	66,4	21,3	35,0	52,2	43,5	116,0	63,4	86,7	11,2	59,3
Отклонение	<b>+40,3</b>	<b>-8,7</b>	<b>+34,8</b>	<b>+0,4</b>	<b>-28,7</b>	<b>-15,0</b>	<b>+4,2</b>	<b>-4,5</b>	<b>+59,0</b>	<b>-3,6</b>	<b>+26,7</b>	<b>-36,8</b>	<b>+5,7</b>
2017-2018	18,2	68,8	49,9	77,2	27,0	81,6	150,2	17,6	86,0	11,0	119,2	6,8	59,5
Отклонение	<b>-19,8</b>	<b>+16,8</b>	<b>-9,1</b>	<b>+11,2</b>	<b>-23,0</b>	<b>+31,6</b>	<b>+102,2</b>	<b>-30,4</b>	<b>+29,0</b>	<b>-56,0</b>	<b>+59,2</b>	<b>-41,2</b>	<b>+5,9</b>
2018-2019	80,4	44,8	48,8	71,4	89,0	29,6	59,0	44,0	52,0	34,5	132,0	38,0	60,3
Отклонение	<b>+42,4</b>	<b>-7,2</b>	<b>-10,2</b>	<b>+5,4</b>	<b>+39,0</b>	<b>-20,4</b>	<b>+11,0</b>	<b>-4,0</b>	<b>-5,0</b>	<b>-32,5</b>	<b>+72,0</b>	<b>-10,0</b>	<b>+6,7</b>
2019-2020	41,0	34,4	17,4	39,6	62,9	55,9	17,5	3,9	89,3	37,0	105,0	11,4	43,0
Отклонение	<b>+3,0</b>	<b>-17,6</b>	<b>-41,6</b>	<b>-26,4</b>	<b>+12,9</b>	<b>+5,9</b>	<b>-30,5</b>	<b>-44,1</b>	<b>+32,3</b>	<b>-30,0</b>	<b>+45,0</b>	<b>-36,6</b>	<b>-10,6</b>
2020-2021	108,9	16,2	38,1	20,3	110,1	106,6	53,8	86,5	64,2	108,0	27,1	73,3	67,8
Отклонение	<b>+70,9</b>	<b>-35,8</b>	<b>-20,9</b>	<b>-45,7</b>	<b>+60,1</b>	<b>+56,6</b>	<b>+5,8</b>	<b>+38,5</b>	<b>+7,2</b>	<b>+41,0</b>	<b>-32,9</b>	<b>+25,3</b>	<b>+14,2</b>
2021-2022	89,0	40,0	56,3	36,9	166,0	47,5	51,0	23,0	27,4	160,0	63,0	90,1	70,9
Отклонение	<b>+51,0</b>	<b>-12,0</b>	<b>-2,7</b>	<b>-29,1</b>	<b>+116,0</b>	<b>-2,5</b>	<b>+3,0</b>	<b>-25,0</b>	<b>-29,6</b>	<b>+93,0</b>	<b>+3,0</b>	<b>+42,1</b>	<b>+17,3</b>
2022-2023	39,9	41,7	20,8	47,4	27,2	81,0	54,0	96,0	77,3	42,4	61,3	0,0	49,1
Отклонение	<b>+1,9</b>	<b>-10,3</b>	<b>-38,2</b>	<b>-18,6</b>	<b>-22,8</b>	<b>+31,0</b>	<b>+6,0</b>	<b>+48,0</b>	<b>+20,3</b>	<b>-24,6</b>	<b>+1,3</b>	<b>-48,0</b>	<b>-4,5</b>

Именно в это время отмечается массовое проявление симптомов болезней на растениях масличных культур семейства Капустные.

ГТК, как интегрированный показатель увлажнения окружающей среды, вычисляли по формуле (1) (Сеянинов, 1930):

$$\text{ГТК} = \frac{\sum \text{ос}}{\sum \text{т} : 10}, \quad (1)$$

где  $\sum \text{ос}$  – сумма осадков, выпавших за определенный период, мм;

$\sum \text{т}$  – сумма температур воздуха за этот же период, уменьшенная в 10 раз, °С.

Для расчета ГТК рекомендуется использовать только температуру воздуха, превышающую 10 °С. Градации степени увлажнения среды согласно показателям ГТК имеют следующие значения: показатель менее 0,5 означает слабое увлажнение территории (сильная засуха), от 0,5 до 0,9 – недостаточное увлажнение (средняя засуха), от 1,0 до 1,5 – оптимальное увлажнение и от 1,6 и более – избыточное увлажнение.

### 2.3 Материалы и методы проведения исследований

Объектом исследований служили селекционные образцы, а также сорта масличных культур семейства Капустные селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК:

Культура	Сорт
Озимая форма	
Рапс	Лорис, Меот, Элвис, Акцент, Дракон, Метеор, Сармат, Селегор, Оливин
Горчица сарептская	Джуна, Вьюжанка
Рыжик	Карат
Яровая форма	
Рапс	Таврион, Викинг-ВНИИМК, Дуэт, Крис, Амулет, Галант, Руян, Баланс
Горчица сарептская	Золушка, Росинка, Ника, Юнона, Горлинка, Галатея
Горчица белая	Радуга, Колла, Руслана
Горчица черная	Ниагара
Рыжик	Кристалл

Предмет исследований: поражаемость масличных культур семейства Капустные болезнями различной этиологии в зависимости от культуры, сорта, экологических условий и элементов технологии возделывания, включая защитные мероприятия.

### **2.3.1 Методика проведения полевых исследований**

Маршрутные обследования с целью мониторинга фитосанитарного состояния проводили применительно в фазам фенологического развития масличных культур семейства Капустные на семеноводческих и производственных посевах на опытных полях ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар, х. Октябрьский), а также в пределах землепользований сельскохозяйственных предприятий муниципальных образований Белореченский, Крыловский, Выселковский, Павловский и Динской районы Краснодарского края в 2011-2023 гг.

На семеноводческих посевах ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар, х. Октябрьский) обследовали все вышеуказанные сорта (2011-2022 гг.); в Белореченском и Крыловском районах – сорта рапса озимого Лорис, Элвис, Дракон; сорта рапса ярового Таврион, Галант; сорта горчицы сарептской Золушка, Росинка; сорт горчицы белой Радуга (2012-2014 гг.); в Выселковском и Павловском районах – сорта рапса озимого Лорис, Меот, Элвис; сорта рапса ярового Таврион, Викинг-ВНИИМК; сорт горчицы сарептской Росинка (2013-2015 гг.); в Динском районе – сорта рапса озимого Лорис, Сармат, Селегор; сорта рапса ярового Таврион, Дуэт, Амулет; сорта горчицы белой Радуга, Колла (2021-2022 гг.).

В своих исследованиях мы усовершенствовали метод проведения мониторинга фитосанитарного состояния посевов рапса, разработанный И.Л. Марковым (1991), и применили его при обследовании посевов других изученных культур. В ходе осуществления мониторинга на каждые 10 га (вместо 50 га) посева отбирали в шахматном порядке 5 (вместо 10)

равноудаленных учетных площадок, на каждой из которых осматривали по 20 (вместо 10) растений, т.е. всего учитывали по 100 (вместо 20) растений на 10 га (Сердюк, Пивень, 2011). Такой значительный объем выборки необходим для того, чтобы более достоверно оценить распространенность и развитие болезней в посевах культур.

По результатам мониторинга вычисляли показатели основных критериев статистического учета болезней: распространенность и развитие.

Распространенность болезни (Р, %) – количество пораженных патогенами растений или отдельных органов (корней, стеблей, листьев, плодов), выраженное в процентах от общего количества обследованных на участке, является количественным показателем болезни, определяли ее по формуле (2) (Драховская, 1962):

$$P = \frac{n}{N} 100 \%, \quad (2)$$

где Р – распространенность болезни, %;

n – количество пораженных растений (органов растений) на участке, шт.;

N – общее количество учитываемых растений (органов растений) на участке, шт.

Развитие болезни (R, %) – степень поражения (интенсивность поражения) растений, является качественным показателем, определяли его по формуле (3) (Драховская, 1962):

$$R = \frac{\Sigma(a \cdot b)}{N \cdot k} 100 \%, \quad (3)$$

где R – развитие болезни, %;

$\Sigma(a \cdot b)$  – сумма произведений числа пораженных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);

N – общее количество учетных растений или органов растений;

k – высший балл поражения растений.

Балльные шкалы для определения степени поражения растений масличных культур семейства Капустные разными болезнями разработаны нами в ходе исследований и представлены в разделе «Результаты исследований».

Полевые исследования осуществляли на опытных полях ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар, х. Октябрьский).

Агротехника возделывания – рекомендуемая зональная. Предшественник – чистый пар. Система обработки почвы: вспашка на глубину 25-30 см, дискование (одно-двух кратное) на глубину 10-12 см и предпосевная культивация на глубину 5-7 см.

Согласно системе удобрения, разработанной во ВНИИМК осенью при посеве под озимые культуры вносили однократно 140 кг аммиачной селитры на 1 га; весной на озимых культурах проводили ранневесеннюю подкормку (в период возобновления вегетации) сульфатом аммония, включающем серу, в дозе 140 кг/га, вторую подкормку в фазе бутонизация-начало цветения проводили аммиачной селитрой в дозе 80 кг/га с добавлением препарата Ультрамаг Бор в дозе 1,0 л/га.

На яровых культурах первую подкормку растений проводили после посева сульфатом аммония в дозе 140 кг/га, вторую – в фазе бутонизация-начало цветения аммиачной селитрой в дозе 80 кг/га с добавлением препарата Ультрамаг Бор в дозе 1,0 л/га.

Посев озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной проводили рядовым способом сеялкой «Wintershteiger 2710».

Фоновая система защиты от комплекса вредных организмов включала:

- однократную обработку почвы после посева гербицидами Бутизан Стар, КС или Транш Супер, КС (норма применения – 2,5 л/га) против однодольных сорняков, также однократную обработку посевов в фазе 2-4 настоящих листьев гербицидом Лонтрел гранд, ВСК (норма применения – 0,12 кг/га) против двудольных сорняков;

- обработку вегетирующих растений инсектицидами Калипсо, КС или Беретта, МД с нормой применения 0,15 л/га против насекомых-вредителей по достижении экономического порога вредоносности.

Уборку урожая семян производили прямым комбайнированием комбайном «Wintershteiger Classic». Урожай приводили к 100 %-ной чистоте и 8 %-ной влажности. Масличность семян масличных культур семейства Капустные определяли с применением ИК-спектрометра Matrix-1 (ГОСТ 33749-2014).

Серия полевых опытов (опыты 1-8):

- оценка устойчивости селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу в условиях естественного инфекционного фона (2014-2016, 2018-2020 гг.);

- оценка устойчивости селекционных образцов рыжика озимого к пероноспорозу в условиях естественного инфекционного фона (2016-2019 гг.);

- оценка устойчивости селекционных образцов яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной, рыжика к фузариозному увяданию в условиях естественного инфекционного фона (2019-2022 гг.).

Селекционные образцы озимых и яровых рапса, горчицы сарептской, рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной изучали в условиях селекционного участка ВНИИМК в количестве 300 шт. каждой культуры.

Площадь делянки – 30,0 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная.

Во время проведения оценки определяли распространенность болезней на селекционных образцах, а также развитие болезней, используя ранее разработанные нами шкалы степени поражения растений (Serdyuk et al., 2020). Оценку образцов осуществляли в годы с высоким естественным инфекционным фоном изучаемых болезней.

Кроме этого распространенность болезней подразделяли на:

- низкую – поражено 0,1-10,9 % растений в образце;
- среднюю – поражено 11,0-50,9 % растений в образце;
- высокую – поражено 51,0 % растений в образце и более.

Развитие болезней подразделяли на:

- низкое – 0,1-10,9 %;
- слабое – 11,0-30,9 %;
- среднее – 31,0-60,9 %;
- сильное – 61,0 % и выше.

На основании данных распространенности и развития болезней с учетом рекомендаций Международного союза по охране новых сортов растений (Документ TGP/12, 2002) нами была разработана оригинальная 10-балльная шкала оценки устойчивости селекционного материала масличных культур семейства Капустные к болезням по степени поражения образца:

Степень поражения образца, балл	Распространенность болезни (P), %	Развитие болезни (R), %	Иммунологическая характеристика образца
0	Все растения без симптомов болезни		Иммунный
1	0,1-10,9	0,1-10,9	Устойчивый
2	11,0-20,9	0,1-30,9	Устойчивый
3	21,0-30,9	0,1-60,9	Слабо устойчивый
4	31,0-40,9	11,0-60,9	Слабо устойчивый
5	41,0-50,9	11,0-100	Слабо восприимчивый
6	51,0-60,9	31,0-100	Слабо восприимчивый
7	61,0-70,9	31,0-100	Восприимчивый
8	71,0-80,9	61,0-100	Восприимчивый
9	81,0-100	61,0-100	Восприимчивый

Схема опыта № 9 «Оценка устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к поражению фомозом в полевых условиях при искусственном инфицировании» (2016-2017 гг.):

Для разработки метода оценки озимых рапса и горчицы сарептской на устойчивость к фомозу в полевых условиях в 2016-2017 гг. в фазе полного цветения проводили инфицирование возбудителем фомоза *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not растений озимых рапса и горчицы сарептской,

выбрав выявленные в предыдущих опытах образцы с известной полевой устойчивостью (устойчивые и восприимчивые), по три образца каждой группы.

Для исследования брали по 10 растений каждого образца с внешне здоровым стеблем. Предварительно в лабораторных условиях из частей стеблей озимых рапса и горчицы сарептской выделяли изоляты гриба *L. maculans*. Далее производили пересев выросшего мицелия с пикнидами на твердую питательную среду картофельно-глюкозный агар. Ввиду того, что в более ранних исследованиях разницы в патогенности между разными изолятами *L. maculans* не выявлено, для исследования выбирали изолят с наибольшим количеством пикнид на поверхности мицелия. 10-суточную культуру патогена использовали для инфицирования растений озимых рапса и горчицы в полевых условиях. Стерильным скальпелем снимали со стебля часть эпидермиса размером 1x1 см, прикладывали кусочек питательной среды с мицелием гриба такого размера, чтобы он перекрывал раневую поверхность на стебле, сверху накрывали стерильной ватой, увлажненной стерильной водой и заматывали пищевой пленкой, оставляли на трое суток, после чего материал для инфицирования удаляли и проводили учеты через 14 и 28 суток, обращая внимание на размер некроза от места ранения и наличие черной каймы вокруг травмированной ткани.

Серия полевых опытов (опыты 10-15): «Изучение биологической эффективности фунгицидов в отношении болезней растений масличных культур семейства Капустные»:

Схема опыта № 10 «Изучение биологической эффективности действующих веществ фунгицидов в отношении фомоза и альтернариоза озимых рапса и горчицы сарептской при применении в фазы вегетации культур: бутонизация, цветение и зеленый стручок» (2015-2017 гг.):

1. Контроль (без обработки)
2. Тебуконазол, КЭ (250 г/л) – 1,0 л/га
3. Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л) – 0,8 л/га
4. Метконазол, КЭ (60 г/л) – 1,0 л/га

5. Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л) – 0,5 л/га

Рапс озимый Лорис, горчица сарептская озимая Джуна.

Площадь деланки – 30,0 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная.

Схема опыта № 11 «Изучение биологической эффективности действующих веществ фунгицидов в отношении фузариозного увядания и альтернариоза яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика при применении в фазы вегетации культур: бутонизация, цветение и зеленый стручок» (2018-2020 гг.):

1. Контроль (без обработки)
2. Тебуконазол, КЭ (250 г/л) – 1,0 л/га;
3. Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)– 0,8 л/га;
4. Метконазол, КЭ (60 г/л) – 1,0 л/га;
5. Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л) – 0,5 л/га.

Рапс яровой Таврион, горчица сарептская яровая Ника, рыжик яровой Кристалл, горчица белая Радуга, горчица черная Ниагара.

Площадь деланок – 30,0 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная.

Схема опыта № 12 «Изучение биологической эффективности действующих веществ фунгицидов в отношении фомоза озимого рапса при двукратном применении» (2015-2017 гг.):

№	Вариант	Первая обработка (осень)		Вторая обработка (весна)	
		Фаза развития растений	Норма применения препарата, л/га	Фаза развития растений	Норма применения препарата, л/га
1	2	3	4	5	6
1	Контроль	Без обработки			
2	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	Розетка	0,75	Бутонизация	1,0
3	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)		0,6		0,8
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)		0,75		1,0
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)		0,5		0,5

## Продолжение схемы опыта № 12

1	2	3	4	5	6
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	Розетка	0,75	Цветение	1,0
7	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)		0,6		0,8
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)		0,75		1,0
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)		0,5		0,5

Площадь делянок – 30 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная.

Препараты вносили с помощью ранцевого опрыскивателя ОПР-10 с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Температура воздуха во время обработки культур не опускалась ниже 15 °С. В течение следующих суток не наблюдалось выпадение осадков. Основной учет проводили в фазе желто-зеленого стручка, по результатам которого вычисляли биологическую эффективность препаратов, которая показывает снижение развития болезни на растениях опытных участков по сравнению с контрольным вариантом (выраженное в %) (ГОСТ 21507-2013).

Биологическую эффективность фунгицидов вычисляли по показателям развития болезней, т.к. это более информативно, с использованием формулы (4) (Груздев, Афанасьева, 1983; Афанасьева и др., 1992):

$$C = \frac{K-O}{K} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где: С – биологическая эффективность фунгицида, %;

К – развитие болезни в контроле (без обработки), %;

О – развитие болезни в варианте после обработки, %.

После уборки опытных делянок озимых и яровых масличных культур семейства Капустные вычисляли показатель сохраненного урожая (выраженный в т/га) как главного критерия хозяйственной эффективности фунгицидов (ГОСТ 21507-2013).

Схема опыта № 13 «Влияние фунгицидов с ретардантным действием на перезимовку озимых рапса и горчицы сарептской» (2015-2017 гг.):

1. Контроль (без обработки)
2. Тебуконазол, КЭ (250 г/л) – 1,0 л/га;
3. Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л) – 0,8 л/га;
4. Метконазол, КЭ (60 г/л) – 1,0 л/га;
5. Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л) – 0,5 л/га.

Рапс озимый Лорис, горчица сарептская озимая Джуна.

Площадь делянок – 30,0 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная.

Обработку растений на делянках озимых рапса и горчицы сарептской для изучения ретардантного действия фунгицидов группы триазолов и их влияния на перезимовку растений проводили осенью в фазе 2-4 настоящих листьев.

При проведении исследований на каждой делянке учитывали:

- количество растений перед прекращением осенней вегетации и после возобновления весенней вегетации;
- диаметр корневой шейки перед прекращением осенней вегетации и после возобновления весенней вегетации.

Схема опыта № 14 «Влияние микроудобрений на поражаемость растений горчицы сарептской яровой фузариозным увяданием» (2020-2022 гг.):

Горчица сарептская яровая Юнона.

Площадь делянок – 30,0 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырех кратная.

Изучали два способа подкормки растений: корневой и некорневой. Перед высевом семян горчицы сарептской на опытных делянках вносили в почву минеральные микроудобрения (корневая подкормка), содержащие:

- Cu, Zn, B, Mo – 0,3 кг/га;
- Cu, Zn – 0,3 кг/га.

В фазе стеблевания культуры с помощью ранцевого опрыскивателя ОПР-10 с расходом рабочей жидкости 300 л/га проводили обработку вегетирующих растений микроудобрениями (некорневая подкормка), содержащими:

- Mg, S – 2,0 л/га;

- Mg, S + B – 2,0 л/га;

- Аминокислоты + Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo – 2,0 л/га.

Учеты поражения горчицы сарептской фузариозным увяданием проводили в фазе желто-зеленого стручка.

Схема опыта № 15 «Оптимизация системы химических защитных мероприятий агроценозов масличных культур семейства Капустные от комплексов инфекционных болезней» (2021-2023гг.):

Площадь демонстрационного посева на каждой культуре составила 50 м<sup>2</sup>.

Система защиты рапса озимого сорт Лорис:

- предпосевная обработка семян препаратом Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) – 12,5 л/т;

- трехкратная обработка вегетирующих растений: препаратом Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол, 125 г/л тебуконазол) – в фазе розетки (0,6 л/га) и фазе бутонизации (0,8 л/га); препаратом Пиктор, КС (200 г/л боскалид, 200 г/л димоксистробин) – в фазе зеленого стручка (0,5 л/га).

Система защиты горчицы сарептской яровой сорт Юнона:

- предпосевная обработка семян препаратом Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) – 12,5 л/т;

- двукратная обработка вегетирующих растений: препаратом Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол) в фазе бутонизации (0,8 л/га) и зеленого стручка (0,8 л/га).

Обработку опытных участков обеих культур проводили с помощью ранцевого опрыскивателя ОПР-10 с расходом рабочей жидкости 300 л/га. После уборки опытных делянок озимых и яровых масличных культур семейства Капустные вычисляли показатель сохраненного урожая (выраженный в т/га).

Статистическую обработку данных полевых исследований проводили с помощью простой и множественной корреляции (Доспехов, 1988); многолетних данных – с использованием t-критерия Стьюдента по формуле (5):

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{\delta_1^2}{N_1} + \frac{\delta_2^2}{N_2}}}, \quad (5)$$

где  $M_1$  – среднее арифметическое первой выборки;

$M_2$  – среднее арифметическое второй выборки;

$\delta_1$  – стандартное отклонение первой выборки;

$\delta_2$  – стандартное отклонение второй выборки;

$N_1$  – объем первой выборки;

$N_2$  – объем второй выборки.

Разница между средними существует при фактических значениях t-критерия, превышающих теоретические значения на уровне значимости 0,05; 0,01 или 0,001 (Доспехов, 1968).

### **2.3.2 Методика проведения лабораторных исследований**

Выделение патогенов из надземных и подземных частей растений в чистую культуру с целью их идентификации выполняли в лабораторных условиях отдела селекции рапса и горчицы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

В ходе проведения фитоэкспертизы образцы растений тщательно промывали под проточной водой (не менее 1 ч), затем с корней и стеблей скальпелем делали продольные или поперечные срезы толщиной 0,5-2,0 мм в местах поражений, со створок стручков отрезали небольшие (1,0-2,0 см) части. Исследуемые части растений дезинфицировали в 96 %-ном спирте в течение 20-30 сек, промывали в стерильной воде, просушивали на фильтровальной бумаге и закладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, увлажненную стерильной водой (во влажной камере) (Наумов, 1937; Билай, 1973), либо дезинфицировали в спирте в течение несколько секунд, промывали в стерильной воде, погружали опять в спирт, фламбировали над пламенем

спиртовки и закладывали в чашки Петри на твердую агаризованную питательную среду (Жербеле, 1963; Сидорова, 1965).

При выделении патогенов из тканей листьев скальпелем вырезали небольшой фрагмент с пораженной тканью, стерилизовали в спирте в течение 5-10 с, промывали в стерильной воде, просушивали на фильтровальной бумаге и закладывали их в чашки Петри во влажную камеру или на твердую агаризованную питательную среду.

Для выделения патогенов применяли различные питательные среды, которые должны иметь кислую реакцию (рН 4,5-5,5), подходящую для роста грибов. Подкисление среды проводили лимонной кислотой. Жидкую питательную среду превращали в твердую, добавляя к ней микробиологический агар.

В исследованиях использовали разные питательные среды: естественную – картофельно-морковный агар (КМА), полусинтетическую – картофельно-глюкозный агар (КГА), синтетическую – агар Чапека. Среду КМА применяли с целью увеличения спороношения патогенов, КМА и агар Чапека – роста и развития грибов во всех лабораторных исследованиях.

Инкубирование проводили в течение 7-10 суток для выделения возбудителей болезней при температуре:

16-18 °С	ботридиоз, альтернариоз, фузариоз;
24-26 °С	склеротиниоз, альтернариоз, фомоз, фузариоз
27-28 °С	вертициллез, пепельная гниль

Фильтровальную бумагу внутри чашек Петри дополнительно увлажняли стерильной водой каждые двое-трое суток. После инкубирования проводили микроскопирование и определяли родовую и видовую принадлежность фитопатогенов.

Выделенных возбудителей болезни идентифицировали в лабораторных условиях микроскопированием с использованием микроскопа Motic BA300 при увеличении 400х. Идентификацию патогенов проводили по определителям В.И. Билай (1973), М.А. Литвинова (1967), А.А. Милько (1974),

Н.М. Пидопличко (1977), Дж. Хоулта (1980), W. Gerlach (1982), E.G. Simmons (2007), Н.П. Шипиловой, В.Г. Иващенко (2008).

При проведении фитоэкспертизы семян определяли поверхностную (внешнюю), внутреннюю и скрытую зараженность возбудителями болезней. Поверхностную зараженность семян определяли с помощью метода отпечатков (ГОСТ 12044-93). Каждое исследуемое семя оборачивали отрезком прозрачной липкой ленты (скотча) размером 1 см<sup>2</sup>, плотно прижимая. Затем развернутый скотч помещали под микроскоп на предметное стекло для идентификации и подсчета количества спор патогенов. Подсчет проводили в 10 полях зрения микроскопа для установления среднего количества спор в 1 поле зрения. Количество спор патогенов, обнаруженных на 1 семени, находили по формуле (6):

$$X = \frac{n \cdot S}{s}, \quad (6)$$

где X – количество спор на 1 семени, шт.;

n – среднее количество спор в 1 поле зрения микроскопа, шт.;

s – площадь поля зрения микроскопа, мм<sup>2</sup>;

S – площадь поверхности семени, мм<sup>2</sup>.

Внутреннюю инфекцию семян определяли по общепринятым методикам (Самуцевич, 1931; Наумова, 1960; ГОСТ 12044-93; Сердюк и др., 2012). Для определения степени внутренней зараженности семени всех изучаемых культур по 100 шт. в 3-х кратной повторности предварительно стерилизовали спиртом в течение 1 мин, затем промывали в стерильной воде, просушивали на стерильной фильтровальной бумаге и закладывали в чашки чашек Петри во влажную камеру и на твердую агаризованную среду.

Инкубировали при температуре плюс 22-25,0 °С в течение 10 суток.

Скрытую зараженность семян масличных культур семейства Капустные (присутствие инфекции в зародыше) определяли методом Е.М. Долговой (1991). Полученные из внешне здоровых семян пятисуточные проростки без признаков поражения патогенами промывали в

стерильной воде, помещали в стаканы с дистиллированной водой для нарушения симбиотических взаимоотношений с возбудителем болезни и оставляли расти в течение 8-10 суток при температуре плюс 20-25 °С, заменяя воду каждые двое-трое суток. Корни проростков в течение исследований не подрезали. Появление перетяжек на гипокотиле и побурение различного размера тканей стебля являются признаками присутствия в тканях зародыша патогена, способного при благоприятных условиях интенсивно развиваться и привести к значительному ухудшению качества внешне здорового семени. Далее некротизированные части проростков закладывали в чашки Петри во влажную камеру при температуре плюс 22-25 °С. Выделенных возбудителей болезни идентифицировали в лабораторных условиях микроскопированием с использованием микроскопа Motic BA300 при увеличении 400х.

Идентификацию патогенов проводили по определителям М.А. Литвинова (1967), В.И. Билай (1973, 1977), А.А. Милько (1974), Н.М. Пидопличко (1977), Дж. Хоулта (1980), W. Gerlach (1982), E.G. Simmons (2007), Н.П. Шипиловой, В.Г. Иващенко (2008).

Для изучения видового состава микромицетов, находящихся в почве агроценозов масличных культур семейства Капустные изучали слой почвы от 0 до 10 см, так как именно в нем находится основное количество боковых корней этих культур.

Отборы проб почвы проводили на расстоянии 1,0 см от корней растений: культур: у озимых в фазах 2-4 настоящих листа, стеблевания и желтого стручка; у яровых – в фазах 2-4 настоящих листа и желтого стручка. Кроме этого проводили отбор проб парующей почвы, из которой регулярно убирали все растения. Пробы почвы брали в пяти точках в посевах каждой культуры площадью 0,1 га стерильными инструментами.

Пробы почвы под каждой культурой тщательно перемешивали и отбирали навески по 1 г. Для учета общей численности микроорганизмов проводили диспергирование (тщательное измельчение) почвы и десорбцию

клеток с поверхности почвенных частиц. Навеску почвы в 1 г, используемую для приготовления первого разведения, довели путем добавления небольшого количества стерильной водопроводной воды до пастообразного состояния и растирали в течение 5 мин. Первое разведение навески почвы (1:10) делали в стерильной посуде, добавляя стерильную водопроводную воду в соотношении 1:10 к весу почвы. Далее в течение 10 минут вертикально встряхивали почвенную суспензию первого разведения в пробирках с резиновыми пробками. После этого отбирали 1 мл дозатором со стерильным наконечником и переносили в пробирку с 9 мл стерильной водопроводной воды. При этом получали второе разведение, содержащее 0,01 г/мл почвы (1:100) (Великанов и др., 1980; Методы микробиологического ... , 2004).

Приготовленные десятичные разведения использовали для посева почвы на поверхность твердой питательной среды Чапека (Билай, 1982) в количестве 0,2 мл на одну чашку Петри. Культивирование микромицетов проводили при температуре воздуха плюс 25 °С. Количество колоний патогенов в каждой чашке подсчитывали на седьмые сутки культивирования и делали перерасчет на 1 г почвы.

При определении видового состава микромицетов, кроме ранее указанных, использовали определители других авторов (Литвинов, 1967; Кириленко, 1978; Билай, Коваль, 1988; Александрова и др., 2006).

Для установления доминантных видов использовали понятие «обилие (плотность) вида» – соотношение количества КОЕ данного вида к общему количеству КОЕ всех видов, которое ранее применялось только в отношении высших растений (Tresner et al., 1954). Доминантность вида определяли по его обилию: абсолютные доминанты – свыше 50 % от всех имеющихся форм, доминанты первого ранга – 26-50 %, доминанты второго ранга – 5-25 % (Мирчинк, 1988).

Для определения коэффициента вредоносности инфекционных болезней масличных культур семейства Капустные (снижение продуктивности, потери урожая) изучали растения культур, пораженных болезнями в разной степени (от

0 до 3-4 баллов). Исследования проводили на следующих сортах: рапс озимый Лорис, горчица сарептская озимая Джуна, рыжик озимый Карат, рапс яровой Таврион, горчица сарептская яровая Ника, рыжик яровой Кристалл, горчица белая Радуга, горчица черная Ниагара.

В фазе желто-зеленого стручка культур этикетировали по пять растений на каждый балл поражения. После созревания осуществляли их отбор для получения в лабораторных условиях таких показателей снопового анализа как урожай семян с одного растения, количество стручков на одном растении, средняя масса семян с одного стручка каждого растения. Затем вычисляли средние показатели массы семян с одного стручка. Потери урожая семян с одного пораженного растения (коэффициент вредоносности) определяли по формуле (7), модифицировав формулу (8), представленную в «Определителе болезней ...» (Хохряков и др. 1984):

$$B = \frac{(mз - mб)}{mз} 100 \%, \quad (7)$$

где  $mз$  – средняя масса семян с одного стручка здорового растения, г;

$mб$  – средняя масса семян с одного стручка больного растения, г.

$$B = \frac{(A - Б)}{A} 100 \%, \quad (8)$$

где  $A$  – урожай семян со здорового растения, г;

$Б$  – урожай семян с больного растения, г.

Лабораторный опыт 1 «Оценка устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу в лабораторных условиях при искусственном инфицировании возбудителем болезни».

Схема опыта в 2015 г. включала пять восприимчивых образцов рапса озимого, в 2022 г. – по три устойчивых и три восприимчивых к болезни селекционных образца озимых рапса и горчицы сарептской.

Заражение растений озимых рапса и горчицы сарептской возбудителем фомоза в лабораторных условиях с целью изучения устойчивости культур к болезни проводили согласно модифицированной нами методике Р.Н. Williams, Р.А. Delwiche (1979).

В 2015 г. изучали только рапс озимый в количестве пяти восприимчивых образцов по 25 проростков (всего 100 уколов семядольных листьев на каждом образце) с изучением трех изолятов гриба *L. maculans*. В 2022 г. в исследование добавили горчицу сарептскую озимую. Исследовали по три устойчивых и восприимчивых образцов рапса и горчицы сарептской (так же по 25 проростков) с использованием одного изолята гриба *L. maculans*.

Семена образцов культур высевали в почвогрунт (почва и песок в соотношении 1:1) в ящики, которые помещали в климатическую камеру и проращивали в течение 7 суток при температуре плюс 20 °С. Затем у проростков травмировали каждую половину обеих семядольных листьев путем прокалывания их стерильной иглой и в местах проколов наносили капли свежеприготовленной суспензии спор и фрагментов мицелия (колониеобразующих единиц – КОЕ) возбудителя фомоза в концентрации  $1,5 \times 10^6$  КОЕ/мл.

Учеты площади пораженной поверхности листьев в местах уколов проводили: в 2015 г. – через 8 и 18 суток, в 2022 г. – через 7 и 14 суток. По размеру пораженной поверхности судили о степени поражения патогеном. В контрольном варианте использовали капли стерильной воды. Инфицировали по 25 растений каждого образца (по 100 мест уколов). С целью предотвращения раннего старения семядольных листьев удаляли все настоящие листья у растений по мере их роста. Для инокулирования использовали 10-суточную культуру патогена, выращенную в чашках Петри на картофельно-глюкозном агаре (КГА). Стерильной водой проводили смыв спор и фрагментов мицелия

гриба с поверхности среды. Суспензию взбалтывали, подсчитывали количество КОЕ в 1 мл с помощью камеры Горяева. Проводили разведение таким образом, чтобы в каждом из маленьких квадратов камеры находилось 3-4 или в каждом большом – 5-6 спор и фрагментов мицелия патогена. Характеристикой степени поражения образцов рапса фомозом при искусственном инфицировании в лабораторных условиях служил индекс болезни, который вычисляли по формуле (9) Р.Н. Williams, Р.А. Delwiche (1979):

$$DI = \frac{\sum (N_i \cdot i)}{N_t}, \quad (9)$$

где DI – индекс болезни;

$N_i$  – число инокулированных мест на растениях с соответствующим баллом поражения;

$i$  – балл поражения;

$N_t$  – общее число инокулированных мест на растениях.

Индекс болезни подразделяли на:

- низкий – 0-1,2;
- средний – 1,3-2,4;
- высокий – 2,5 и больше (Williams, Delwiche, 1979).

Выше указанными авторами разработана шкала для оценки поражения проростков рапса озимого фомозом:

0 баллов – вокруг места ранения отсутствуют потемнения, как в контроле (устойчивые);

1 балл – вокруг места ранения ограниченные потемнения диаметром 0,5-1,0 мм, вокруг них может присутствовать светлоокрашенная полоса, спороношение отсутствует (относительно устойчивые);

2 балла – вокруг места ранения темные некротические поражения диаметром 1,5-3,0 мм, может присутствовать светлоокрашенная полоса, спороношение отсутствует (средне устойчивые);

3 балла – вокруг места ранения не спороносящие поражения диаметром  $> 3$  мм с четко ограниченным некротизированным краем, могут иметь место многочисленные темные некрозы (слабо устойчивые);

4 балла – вокруг места ранения серо-зеленые усохшие, четко ограниченные, без темнеющего края участки ткани диаметром  $> 3$  мм (слабо восприимчивые);

5 баллов – вокруг места ранения серо-зеленые усохшие участки ткани диаметром  $> 5$  мм, пораженные участки с диффузными краями, с количеством пикнид  $< 10$  (средне восприимчивые);

6 баллов – вокруг места ранения серо-зеленые усохшие участки ткани диаметром  $> 5$  мм, пораженные участки с диффузными краями, с количеством пикнид  $> 10$  (восприимчивые).

Шкала поражения семядольных листьев растений рапса у авторов перегружена метрическими данными, поэтому мы модифицировали ее для более удобного проведения учетов в короткие сроки (Сердюк и др., 2019):

0 баллов – вокруг места ранения отсутствуют потемнения, как и в контроле;

1 балл – вокруг места ранения ограниченные темные некротические поражения тканей диаметром до 1,5 мм с присутствием узкой светлоокрашенной полосы вокруг пораженного участка;

2 балла – вокруг места ранения темные некротические поражения диаметром 1,6-3,0 мм с присутствием узкой светлоокрашенной полосы вокруг пораженного участка;

3 балла – вокруг места ранения темные некротические поражения тканей диаметром  $> 3,0$  мм с некротизированным краем;

4 балла – вокруг места ранения серо-зеленые или серо-коричневые некротические поражения тканей диаметром  $> 5,0$  мм с неограниченными (диффузными) некротизированными краями. Наличие пикнид на некрозах.

Визуально разработанная нами шкала представлена на рисунке 2.

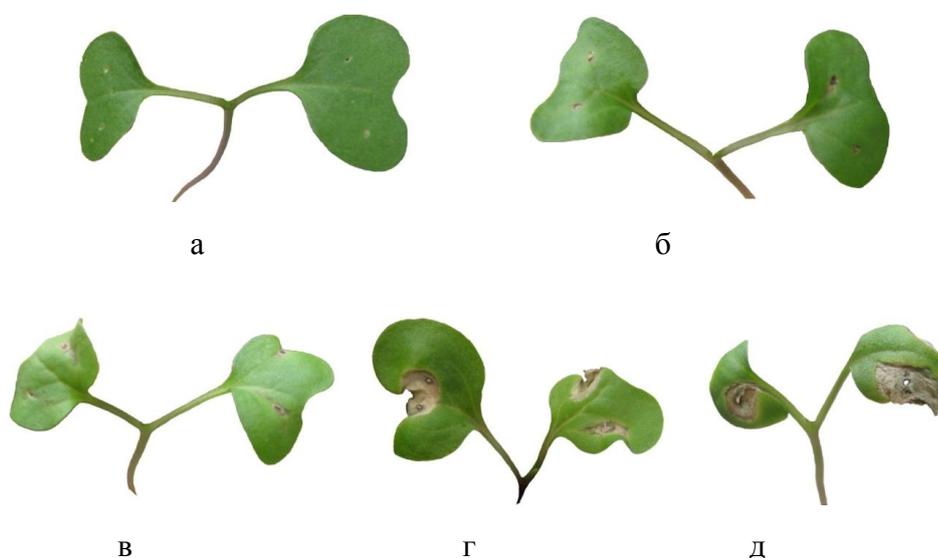


Рисунок 2 – Степень поражения семядольных листьев растений рапса озимого фомозом при искусственном инфицировании, 2015 г. (ориг.):

а) 0 баллов; б) 1 балл; в) 2 балла; г) 3 балла; д) 4 балла

Кроме этого, для сравнения разных подходов к определению степени поражения проростков рапса и горчицы сарептской фомозом в лабораторных условиях также вычисляли развитие болезни по формуле М.Д. Драховской (1962) с использованием модифицированной нами пятибалльной шкалы.

Лабораторный опыт 2 «Оценка устойчивости яровых культур к фузариозному увяданию в лабораторных условиях при искусственном инфицировании возбудителем болезни».

Инфицирование растений яровых масличных культур семейства Капустные возбудителем фузариоза в лабораторных условиях с целью изучения устойчивости культур к болезни проводили согласно модифицированной нами методике В.Ф. Зайчук и др. (1990).

На твердой питательной среде Чапека в чашках Петри в течение шести суток культивировали гриб *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans. Семена яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика после их поверхностного дезинфицирования спиртом

закладывали во влажную среду стерильных чашек Петри для проращивания. Пятисуточные проростки культур, внешне здоровые, раскладывали корнями на поверхность мицелия патогена с целью их инфицирования с длительностью экспозиции: один, три и пять часов, а также одни и двое суток и инкубировали при температуре 25 °С. После периода экспозиции, установленного опытом, проростки культур перекладывали во влажную среду стерильных чашек Петри для того, чтобы проследить за их реакцией на заражение грибом. Наблюдения проводили в течение трех суток, включая день закладки опыта. Всего изучено по 50 проростков каждого селекционного образца в каждом варианте опыта (по пять-шесть проростков на одну чашку Петри с мицелием патогена).

В ходе исследований учитывали количество пораженных болезнью проростков каждой культуры, выраженное в процентном соотношении от общего количества проростков (распространенность болезни), а также степень поражения проростков по разработанной нами шкале:

0 баллов – проростки здоровые, корневые волоски развиты;

1 балл – точечные потемнения на стебле и корне или потемнение 1/5 части корня проростка, корневые волоски развиты;

2 балла – потемнение 1/3 части корня проростка, корневые волоски развиты;

3 балла – потемнение половины корня проростка, утончения корня не наблюдается, корневые волоски практически отсутствуют;

4 балла – потемнение 2/3 части корня и более, корень становится тоньше, усыхает, корневые волоски отсутствуют.

Визуально шкала представлена на рисунке 3 на примере проростков горчицы белой. На основании представленной шкалы вычисляли развитие фузариозного увядания на проростках.

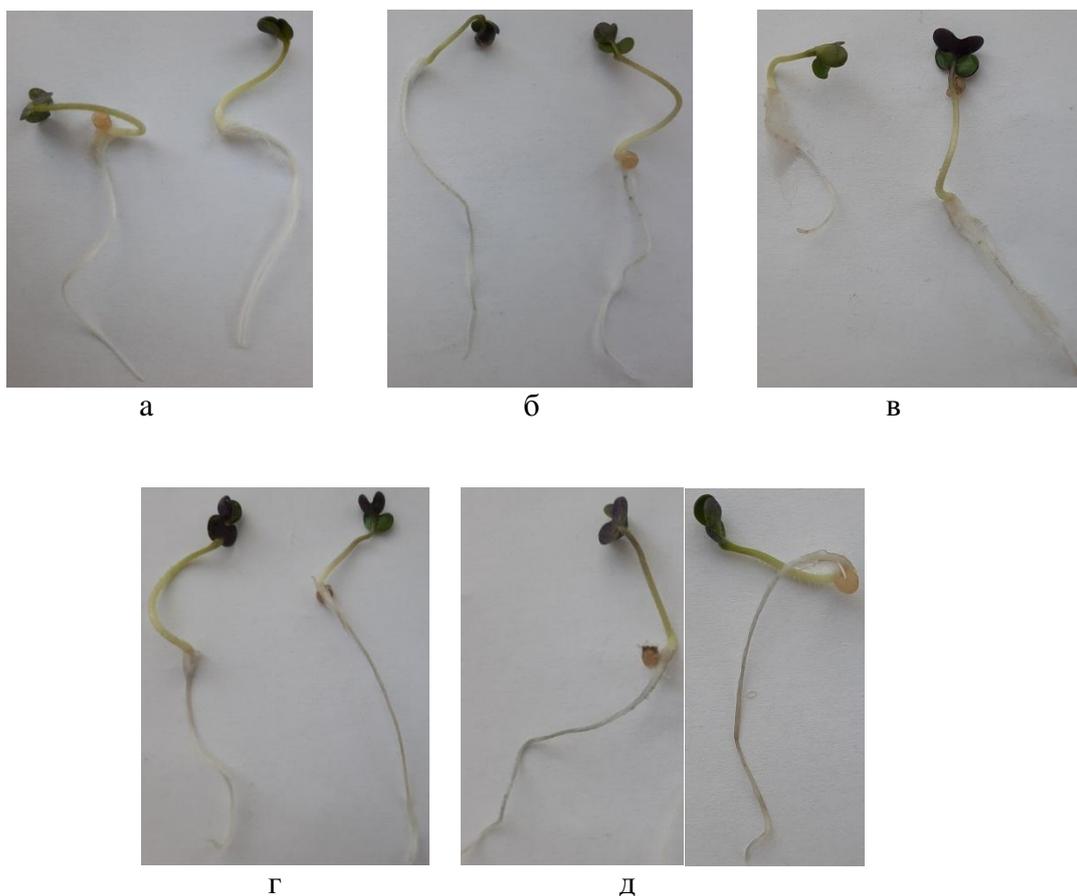


Рисунок 3 – Степень поражения проростков горчицы белой фузариозным увяданием (ориг.):

а) 0 баллов; б) 1 балл; в) 2 балла; г) 3 балла; д) 4 балла

Лабораторный опыт 3 «Оценка устойчивости масличных культур семейства Капустные к фомозу и фузариозному увяданию в лабораторных условиях при использовании метаболитов возбудителей болезней».

Предложенная нами оригинальная методика определения фитотоксичности *L. maculans* заключается в следующем. Внешне здоровые семена озимых рапса и горчицы сарептской высевали в почвогрунт (почва и песок в соотношении 1:1) в ящики, проращивали в течение семи суток в климатической камере при температуре 20 °С. Всего было использовано по 25 семян каждого селекционного образца. Затем у проростков травмировали каждую половину обоих семядольных листьев путем прокалывания их стерильной иглой и на места проколов наносили капли культуральной жидкости. В контрольном варианте использовали капли стерильной воды. Для

предотвращения раннего старения семядольных листьев стерильным пинцетом удаляли все настоящие листья у растений по мере их роста. По размеру пораженной поверхности семядольных листьев рапса и горчицы сарептской судили о фитотоксичности метаболитов патогена.

Для оценки фитотоксичности гриба *L. maculans* нами разработана шкала реакции проростков озимых рапса и горчицы сарептской на действие комплекса фитотоксинов патогена:

0 баллов – вокруг места ранения отсутствуют потемнения, как и в контроле;

1 балл – вокруг места ранения ограниченные темные некротические поражения тканей диаметром до 1,5 мм с присутствием узкой светлоокрашенной полосы вокруг пораженного участка;

2 балла – вокруг места ранения темные некротические поражения диаметром 1,6-3,0 мм с присутствием узкой светлоокрашенной полосы вокруг пораженного участка;

3 балла – вокруг места ранения темные некротические поражения тканей диаметром > 3,0 мм с некротизированным краем;

4 балла – вокруг места ранения серо-зеленые или серо-коричневые некротические поражения тканей диаметром > 5,0 мм с неограниченными (диффузными) некротизированными краями.

Разработанная нами оригинальная методика определения фитотоксичности *F. oxysporum* состоит в том, что внешне здоровые пятисуточные проростки горчицы сарептской яровой, горчицы белой, горчицы черной и рыжика ярового и шестисуточные проростки рапса ярового помещали в сосуды с культуральной жидкостью патогена (по пять шт. в один сосуд) так, чтобы корень находился в жидкости полностью. Проростки культур контрольного варианта помещали в сосуды со стерильной водопроводной водой. Учеты проводили через одни сутки после начала опыта, когда стали четко видны изменения в состоянии проростков, вычисляли распространенность и развитие болезни по общепринятым формулам. Визуальная оценка проявления симптомов фузариозного увядания позволила нам

разработать балльную шкалу, характеризующую реакцию проростков яровых масличных культур семейства Капустные на действие метаболитов *F. oxysporum*:

0 – полностью здоровые проростки;

1 балл – кончики корней темнеют, корневые волоски присутствуют, тургор проростков сохраняется, семядоли зеленые;

2 балла – корни темнеют наполовину, корневые волоски присутствуют, тургор проростков сохраняется, семядоли зеленые;

3 балла – корни темнеют по всей длине, корневые волоски отсутствуют, проростки вянут, но семядоли еще зеленые;

4 балла – корни темнеют по всей длине, истончаются, корневые волоски отсутствуют, проростки полностью высыхают (Сердюк и др., 2023).

Лабораторный опыт 5 «Влияние фунгицидных протравителей на внутреннее инфицирование, лабораторную всхожесть семян и линейные размеры проростков масличных культур семейства Капустные» (2011-2013, 2018-2020 г.).

В исследованиях использовали следующие сорта: рапс озимый Лорис, горчица сарептская озимая Джуна, рыжик озимый Карат, рапс яровой Таврион, горчица сарептская яровая Ника, рыжик яровой Кристалл, горчица белая Радуга, горчица черная Ниагара.

Эффективность фунгицидов при обработке семян изучали в лабораторных условиях согласно методическим указаниям по протравливанию семян сельскохозяйственных культур препаратами (Методические указания ... , 1988).

Исследовали на каждой культуре по 100 семян контрольного варианта и вариантов с обработкой семян фунгицидами в четырехкратной повторности.

Схема опыта (2011-2013 гг.):

1. Контроль (без обработки);

2. Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон) – 5 л/т;

3. Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л) – 2,0 л/т;

4. Тебуконазол, КС (60 г/л) – 0,4 л/т;

5. Флудиоксонил + мефеноксам, КС (8 + 32,3 г/л) – 15,0 л/т.

Схема опыта (2018-2020 гг.):

1. Контроль (без обработки);
2. Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон) – 5 л/т;
3. Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л) – 2,0 л/т;
4. Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л) – 0,4 л/т;
5. Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л) – 12,5 л/т.

Семена изучаемых культур обрабатывали фунгицидными протравителями из расчета 10 л рабочей жидкости на тонну семян. После этого обработанные семена и семена контрольного варианта (без обработки) проращивали во влажной камере чашках Петри при температуре воздуха плюс 20 °С. Учет лабораторной всхожести семян и измерение длины стебля и корня проростков проводили: у озимых и яровых горчицы сарептской и рыжика, а также яровых горчицы белой и горчицы черной на шестые сутки, у озимого и ярового рапса – на седьмые сутки проращивания (ГОСТ 12038-84). Данные по биометрическим показателям проростков группировали в классы и определяли наиболее часто встречающийся (модальный) класс (Доспехов, 1968).

### 3 МИКРОФЛОРА АГРОЦЕНОЗОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ: БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ

#### 3.1 Видовой состав комплекса возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья

В результате многолетних маршрутных обследований агроценозов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья в период с 2011 по 2022 гг. установлено, что 68 % от общего количества выделенных патогенных организмов принадлежит царству *Fungi*. Количество видов возбудителей негрибных болезней в сумме составило 32 %, из них 7 % относится к отделу *Proteobacteria*, по 11 % – типу *Tenericutes* и отделу *Oomycota*, 3 % заболеваний вызывались микроскопическими круглыми червями (тип *Nematoda*) (рисунок 4).

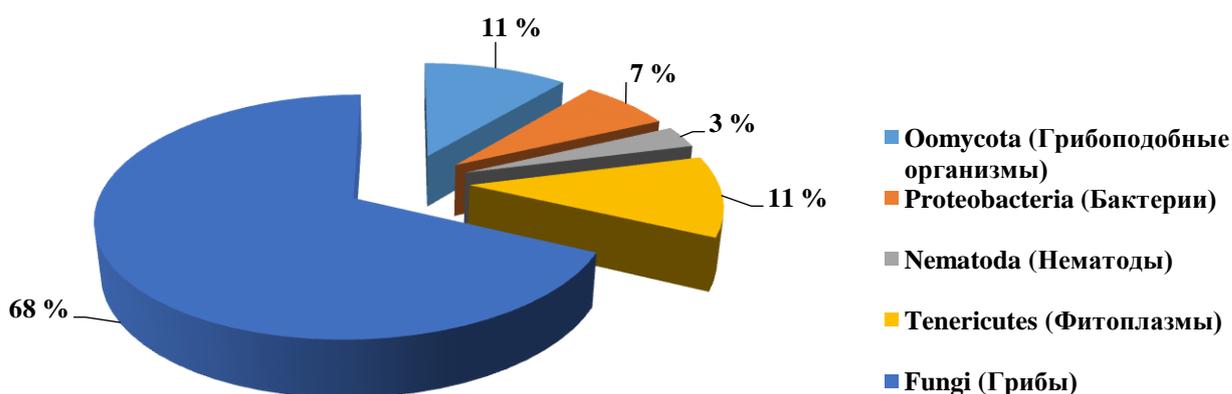


Рисунок 4 – Таксономический состав патогенных организмов – возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в агроценозах степной зоны Западного Предкавказья (2011-2022 гг.) (по О.А. Сердюк и др., 2020)

Определение систематического положения патогенов проводили с использованием наиболее авторитетных международных баз данных современного систематического положения патогенов (GBIF, 2024; CABI databases, 2024).

Исходя из того, что наиболее распространенными фитопатогенами сельскохозяйственных культур являются представители царства *Fungi* все выявленные инфекционные болезни масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья условно разделены нами на две группы: грибные и не грибные (Сердюк, 2009; Пивень, Сердюк, 2011; Сердюк и др., 2011).

Список инфекционных болезней масличных культур семейства Капустные грибной этиологии включает в себя: альтернариоз, фомоз (сухую гниль), пепельную гниль, склеротиниоз (белую гниль), ботридиоз (серую гниль), мучнистую росу, фузариозное увядание, вертициллезное увядание, черную ножку (эту болезнь вызывают также и грибоподобные организмы) и плесневение семян.

Согласно современным международным базам данных, возбудители этих болезней относятся к четырем отделам грибов: *Ascomycota*, *Micoromycota*, *Chytridiomycota*, *Basidiomycota* (таблица 3).

Таблица 3 – Систематическое положение грибов – возбудителей болезни масличных культур семейства Капустные в степной зоне Западного Предкавказья (GBIF, 2024; CABI databases, 2024)

Болезнь	Таксономет- рическая категория	Систематическое положение возбудителя болезни	
		Телеоморфная стадия	Анаморфная стадия
1	2	3	4
Альтернариоз	Отдел	<i>Ascomycota</i>	
	Класс	<i>Dothideomycetes</i>	
	Порядок	<i>Pleosporales</i>	
	Семейство	<i>Pleosporaceae</i>	
	Вид	род <i>Lewia</i> M.E. Barr & E.G. Simmons и <i>Pleospora</i> Rabenh. ex Ces. & De Not	<i>Alternaria brassicae</i> (Berk.) Sacc <i>A. brassicicola</i> (Schw.) Wiltshire. <i>A. consortialis</i> (Thüm.) J.W.Groves & S.Hughes <i>A. raphani</i> J.W. Groves & Skolko

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	
Фомоз (сухая гниль)	Отдел	<i>Ascomycota</i>		
	Класс	<i>Dothideomycetes</i>		
	Порядок	<i>Pleosporales</i>		
	Семейство	<i>Leptosphaeriaceae</i>		
	Вид	<i>Leptosphaeria maculans</i> (Desm.) Ces. et. De Not	<i>Phoma lingam</i> (Tode) Desm	
		<i>L. biglobosa</i> R.A. Shoemaker & H. Brun	Incertae sedis*	
Пепельная гниль	Отдел	<i>Ascomycota</i>		
	Класс	<i>Dothideomycetes</i>		
	Порядок	<i>Botryosphaeriales</i>		
	Семейство	<i>Botryosphaeriaceae</i>		
	Вид	Incertae sedis*	<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid	
Склеротиниоз (белая гниль)	Отдел	<i>Ascomycota</i>		
	Класс	<i>Leotiomycetes</i>		
	Порядок	<i>Helotiales</i>		
	Семейство	<i>Sclerotiniaceae</i>		
	Вид	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	Incertae sedis*	
Ботридиоз (серая гниль)	Отдел	<i>Ascomycota</i>		
	Класс	<i>Leotiomycetes</i>		
	Порядок	<i>Helotiales</i>		
	Семейство	<i>Sclerotiniaceae</i>		
	Вид	<i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	
Мучнистая роса	Отдел	<i>Ascomycota</i>		
	Класс	<i>Leotiomycetes</i>		
	Порядок	<i>Helotiales</i>		
	Семейство	<i>Erysiphaceae</i>		
	Вид	<i>Erysiphe cruciferarum</i> Opiz ex L. Junell	<i>Oidium erysiphoides</i> Fr.	
Фузариозное увядание	Отдел	<i>Ascomycota</i>		
	Класс	<i>Sordariomycetes</i>		
	Порядок	<i>Hypocreales</i>		
	Семейство	<i>Nectriaceae</i>		
	Вид	Incertae sedis*	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyd. et Hans.	
			<i>F. merismoides</i> Corda	
			<i>F. poae</i> (Peck) Wollenw	
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.				
	<i>Gibberella zeae</i> (Schwein.) Petch	<i>F. graminearum</i> Schwabe		

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	
Вертициллезное увядание	Отдел	<i>Ascomycota</i>		
	Класс	<i>Sordariomycetes</i>		
	Порядок	<i>Glomerellales</i>		
	Семейство	<i>Plectosphaerellaceae</i>		
	Вид	<i>Incertae sedis*</i>	<i>Verticillium dahliae</i> Klebahn	
Плесневение семян	1 Отдел	<i>Ascomycota</i>		
	Класс	<i>Eurotiomycetes</i>		
	Порядок	<i>Eurotiales</i>		
	Семейство	<i>Aspergillaceae</i>		
	Род	<i>Eurotium oryzae</i> Ahlb.	<i>Aspergillus flavus</i> Link	
		<i>Incertae sedis*</i>	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh	
<i>Penicillium citrinum</i> Thom				
<i>Penicillium lanosocoeruleum</i> Thom				
Плесневение семян	2 Отдел	<i>Mucoromycota</i>		
	Класс	<i>Mucoromycetes</i>		
	Порядок	<i>Mucorales</i>		
	Семейство	<i>Mucoraceae</i>		
	Вид	<i>Mucor mucedo</i> Fresen		
Черная ножка	1 Отдел	<i>Basidiomycota</i>		
	Класс	<i>Agaricomycetes</i>		
	Порядок	<i>Cantharellales</i>		
	Семейство	<i>Ceratobasidiaceae</i>		
	Вид	<i>Thanatephorus cucumeris</i> (Frank) Donk	<i>Rhizoctonia solani</i> J.G. Kühn.	
	2 Отдел	<i>Chytridiomycota</i>		
	Класс	<i>Chytridiomycetes</i>		
	Порядок	<i>Olpidiales</i>		
	Семейство	<i>Olpidiaceae</i>		
	Вид	<i>Olpidium brassicae</i> (Woronin) P.A. Dang		

\* - *Incertae sedis* – таксон неопределенного положения (Джеффри, 1980)

Как видно из данных таблицы 3, часть видов *Ascomycota* имеет телеоморфную (половую, сумчатую) и анаморфную (бесполовую, конидиальную)

стадии, а некоторые виды этого отдела, по современной систематике, имеют только анаморфу (GBIF, 2024; CABI databases, 2024). Единственный вид отдела *Basidiomycota* имеет обе стадии развития.

Таким образом, установлено, что подавляющее большинство грибных болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья вызывают виды отдела *Ascomycota*. Их количество составило 86,8 %, в то время как количество видов других отделов – по 4,4 % от общего количества выявленных видов (рисунок 5).

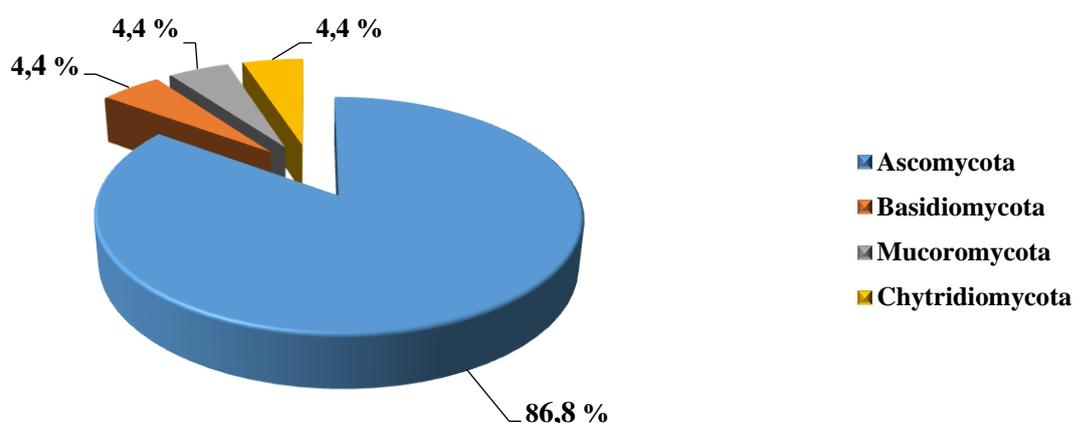


Рисунок 5 – Таксономический состав патогенных грибов – возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в агроценозах степной зоны Западного Предкавказья (2011-2022 гг.)

Не грибные болезни масличных культур семейства Капустные вызывают патогенные организмы отделов *Oomycota* – грибоподобные организмы (Подцарство SAR (*Stramenopiles* + *Alveolata* + *Rhizaria*)), *Proteobacteria* – бактерии (Царство *Bacteria*), типов *Nematoda* – нематоды (Царство *Animalia*) и *Tenericutes* – фитоплазмы (Царство *Bacteria*).

Определено, что патогены не грибного генеза вызывают следующие инфекционные болезни на масличных культурах семейства Капустные: пероноспороз, белую ржавчину, черную ножку, бактериоз, гетеродез,

фитоплазмоз. Современное систематическое положение не грибных патогенов показано в таблице 4.

Таблица 4 – Систематическое положение патогенов не грибного генеза – возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в степной зоне Западного Предкавказья (GBIF, 2024; CABI databases, 2024)

Болезнь	Вид	Род	Семейство	Порядок	Тип, отдел, класс
Пероноспороз (ложная мучнистая роса)	<i>Hyaloperonospora brassicae</i> Gäum. Göker, Voglmayr, Riethm., Weiss & Oberw.	<i>Peronospora</i> Cda	<i>Peronosporaceae</i>	<i>Peronosporales</i>	Отдел <i>Oomycota</i> Класс <i>Oomycetes</i>
Черная ножка	<i>Pythium debarianum</i> R. Hesse	<i>Pythium</i> Pringsh	<i>Pythiaceae</i>		
Белая ржавчина	<i>Albugo candida</i> (Pers.) Kuntze	<i>Albugo</i> Pers. Roussel	<i>Albuginaceae</i>	<i>Albuginales</i>	
Бактериальное увядание	<i>Xanthomonas campestris</i> Dows.	<i>Xanthomonas</i> Dows.	<i>Xanthomonadaceae</i>	<i>Xanthomonadales</i>	Отдел <i>Proteobacteria</i>
	<i>Pseudomonas fluorescens</i> Migula	<i>Pseudomonas</i> Migula	<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Pseudomonadales</i>	
Гетеродез	<i>Heterodera schachtii</i> Schmidt.	<i>Heterodera</i> Schmidt	<i>Heteroderidae</i>	Отряд <i>Rhabditida</i>	Тип <i>Nematoda</i> (круглый червь)
Фитоплазмоз (виресценция, филлодии, карликовость)	<i>Astery ellows</i>	<i>Candidatus-Phytoplasma</i>	<i>Acholeplasmataceae</i>	<i>Acholeplasmatales</i>	Тип <i>Tenericutes</i>

### 3.2 Симптомы проявления и органотропная специализация болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья

В фитопатологической литературе диагностические признаки болезней масличных культур семейства Капустные описаны в основном на примере

рапса, например, монография на немецком языке «Krankheiten und schadlinge des rapses» (Volker, Paul, 1992).

В условиях степной зоны Западного Предкавказья симптоматика и биоэкологические особенности проявления выявленного спектра инфекционных болезней на растениях яровых и озимых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной до наших исследований не изучались. В литературных источниках ранее описаны только симптомы поражения растений рапса ярового фузариозом (Солдатова, 2006) и горчицы сарептской яровой альтернариозом (Сердюк, 2008).

М.К. Хохряков с соавторами (1966) описывает альтернариоз горчицы как заболевание стручков и стеблей при редком поражении листьев в виде «... точечных или штрихообразных коричневых или черных дерновинок, состоящих из конидиеносцев и цепочек конидий», а В.А. Павлюшин и др. (2005) как «оливково-черный бархатистый налет на листьях, стеблях и стручках».

В результате исследований в степной зоне Западного Предкавказья нами установлено, что первые симптомы альтернариоза на горчице белой и горчице черной проявлялись так же, как и на рапсе и горчице сарептской (как озимых, так и яровых), на листьях в виде темно-коричневых, почти черных округлых зональных пятен (некрозов) диаметром от 1 до 30 мм. Вокруг пятен наблюдался желтый или светло-зеленый ореол (рисунок б).

Позднее на пятнах появлялся черный или темно-серый налет, представляющий собой конидиальное спороношение возбудителей болезни (Сердюк, 2008).

На растениях рыжика, как озимого, так и ярового симптомы альтернариоза на листьях выявлены не были.

На стеблях масличных культур семейства Капустные при поражении альтернариозом визуализировались темные, блестящие пятна различной величины и конфигурации, чаще вытянутые вдоль стебля. В некоторых случаях альтернариозом поражались и цветоножки (Сердюк, 2008).



а

б

Рисунок 6 – Симптомы альтернариоза (возбудители *Alternaria* spp.) на листьях горчицы сарептской (ориг.): а) яровой; б) озимой

На стручках при раннем заражении (фаза зеленого стручка) образовывались глубокие черные вдавленные пятна, язвы, перетяжки, стручки деформировались, семена в них развивались щуплые или вообще не образовывались. При более позднем заражении патогенами на стручках определялись также темные, мелкие, блестящие пятна (Лукомец и др., 2020). Если поражалась верхушка стручка или некрозы располагались вдоль шва створок, то часто стручки преждевременно растрескивались, что приводило к высыпанию семян (рисунок 7).



Рисунок 7 – Симптомы альтернариоза (возбудители *Alternaria* spp.) на стручках рапса озимого (ориг.)

В условиях Западного Предкавказья возбудитель альтернариоза формирует сумчатую стадию (грибы рода *Pleospora* Rabenh. ex Ces. & De Not.) Она представлена одиночными шаровидными черными псевдотециями с круглым устьищем, диаметром 150-200 мкм (рисунок 8).



Рисунок 8 – Псевдотеции гриба рода *Pleospora* Rabenh. ex Ces. & De Not. на стручке рапса озимого (ориг.) (увеличение 1000х)

В «Определителе болезней растений» (М.К. Хохряков и др., 1966) не описано такое заболевание как фомоз горчицы, а В.А. Павлюшин и др. (2005) описывают его как желто-серые или серые пятна на листьях горчицы и рапса.

В условиях степной зоны Западного Предкавказья первые признаки фомоза отмечаются осенью на семядольных и настоящих листьях озимых рапса и горчицы сарептской. В начале инфекционного процесса на них обнаруживались различной формы водянистые пятна, которые позднее подсыхали и приобретали светло-серый цвет. Вокруг некроза отмечалась узкая полоса желтоватой ткани (Лукомец и др., 2012). Через некоторое время в местах некрозов появлялись черные пикниды возбудителя болезни (рисунок 9).

В лабораторных условиях в 92-94 % случаев из пораженных тканей листьев выделялся гриб *L. maculans*, в редких случаях – *L. biglobosa*.



а

б

Рисунок 9 – Симптомы фомоза (возбудитель *L. maculans*) (ориг.): а) на семядольном листе горчицы сарептской озимой; б) на листе рапса озимого

Симптомы болезни на листьях, вызванные обоими видами возбудителей, довольно схожи, однако имеются небольшие отличия: некрозы, вызываемые *L. biglobosa*, меньшего размера, с меньшим количеством пикнид или совсем без них (Johnson, Lewis, 1994).

При более позднем развитии, в фазе зеленого стручка болезнь проявлялась на стеблях, обычно в непосредственной близости к пазухам черешков нижних и средних листьев в виде изъязвлений черного цвета. Изъязвления по форме вытянутые, немного вдавленные, их окраска от светло-коричневой до серой, часто окруженные темно-пурпурной каймой (рисунок 10). Они могут медленно увеличиваться и полностью охватывать стебель.

Впоследствии кора стебля в местах этих некрозов светлеет, приобретает серый цвет, и на ее поверхности появляются многочисленные черные пикниды. Если мицелий патогена распространяется вглубь стебля, а некроз увеличивается в длину, то стебли чернеют, становятся трухлявыми, и растение погибает. Поражение стебля на уровне почвы (корневой рак и некроз шейки) часто распространяется на корневую систему, вызывая черные изъязвления и корневую сухую гниль.



а



б



в



г



д

Рисунок 10 – Симптомы фомоза (возбудитель *L. maculans*) на озимых масличных культурах семейства Капустные (ориг.): а) разная степень поражения стеблей растений рапса озимого; б) пикниды на поверхности некроза на стебле горчицы сарептской озимой; в) некроз на стебле горчицы сарептской озимой, переходящий на корневую шейку; г), д) сгнившая внутренняя часть стебля рапса озимого

При проникновении инфекционного начала *L. biglobosa*, являющегося менее агрессивным, внутрь тканей стебля масличных культур семейства Капустные возможно побурение сердцевины без проявления внешних признаков болезни, которую можно выявить только при продольном разрезе стебля (рисунок 11).



Рисунок 11 – Симптомы поражения внутренних тканей стеблей рапса озимого грибом *L. biglobosa* без проявления внешних признаков фомоза на их поверхности (ориг.)

Исследования показали, что поражение растений фомозом резко возрастает при повреждении черешков листьев личинками скрытнохоботников (*Ceutorhynchus Germar*) (рисунок 12). При этом мицелий возбудителя болезни за короткое время распространяется по черешкам, попадая в ткани стебля в местах прикрепления к нему листьев.



а



б

Рисунок 12 – Черешок листа рапса озимого, заселенного личинками скрытнохоботника капустного стеблевого (*C. quadridens* Panz.) (ориг.): а) внешние потемнения на черешке листа, б) личинки скрытнохоботника внутри черешка листа

Пепельная гниль отмечается В.А. Павлюшиным и др. (2005) только как болезнь рапса. По нашим наблюдениям, симптомами пепельной гнили на всех масличных культурах семейства Капустные являлось общее увядание растений вследствие того, что пораженные сосудистые пучки забивались мицелием патогена (рисунок 13).



Рисунок 13 – Симптомы пепельной гнили (возбудитель *M. phaseolina*) на яровых масличных культурах семейства Капустные (ориг.): а) горчице белой; б) горчице сарептской; в) горчице черной; г) рыжике; д) отслаивание коры стебля рапса и находящиеся на ней микросклероции

Пепельная гниль отличается от других болезней поздним молниеносным проявлением симптомов на растениях, которые отчетливо проявлялись в фазе созревания. На нижней части стебля (особенно у корневой шейки) пораженных растений изучаемых культур образовывались размытые сухие пятна светло-пепельного цвета. Пятна быстро охватывали всю окружность стебля, иногда и корней, на поверхности появлялись многочисленные шаровидные микросклероции (Лукомец и др., 2020). Кора пораженных стеблей часто трескалась и отслаивалась.

Склеротиниоз, или белая гниль. М.К. Хохряков с соавторами (1966) и В.А. Павлюшин и др. (2005) описывают прикорневую форму белой гнили в виде пожелтения и мокрой гнили в начале стадии цветения, сопровождающейся образованием белого войлочного мицелия, а затем плотных черных склероциев. Исследования показали, что первые симптомы склеротиниоза на всех пораженных растениях масличных культурах семейства Капустные проявлялись одинаково: в виде слизистых мокнущих пятен на стеблях, листьях или стручках. Цвет тканей в местах инфицирования становился более насыщенным. Позднее эти пятна покрывались обильным ватообразным белым налетом, впоследствии налет исчезал, вся пораженная ткань обесцвечивалась, размочаливалась, больные листья отмирали, веточки ломались, пораженные стручки сгнивали, на поверхности и внутри стеблей часто образовывались черные склероции (Сердюк и др., 2011; Пивень, Сердюк, 2011) (рисунок 14).

При поражении склеротиниозом в фазе зеленого стручка с высокой степенью растения масличных культур семейства Капустные полностью высыхали, резко выделяясь по цвету в посевах среди зеленых растений, стебли в местах поражения переламывались, семена преждевременно созревали и высыпались. Размеры мест поражения различны: от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{3}{4}$  длины стебля.

Также в ходе исследований отмечали разные формы проявления болезни: прикорневую, стеблевую, верхушечную (рисунок 15).



Рисунок 14 – Стадии развития склеротиниоза (возбудитель *S. sclerotiorum*) (ориг.): а) слизистое мокнущее пятно на стебле горчицы черной; б) ватообразный налет на стебле горчицы сарептской яровой; в) склеротии внутри стебля рапса ярового

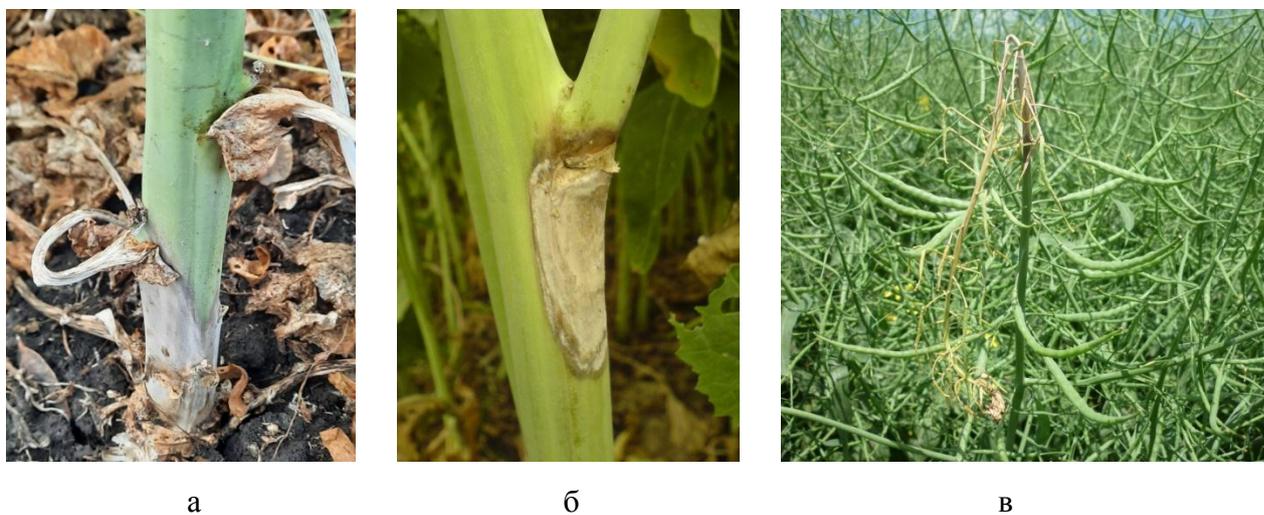


Рисунок 15 – Формы склеротиниоза (возбудитель *S. sclerotiorum*) на рапсе озимом (ориг.): а) прикорневая; б) стеблевая; в) верхушечная

Степень развития болезни на растениях всех изучаемых культур в большинстве случаев характеризовалась как высокая (рисунок 16).

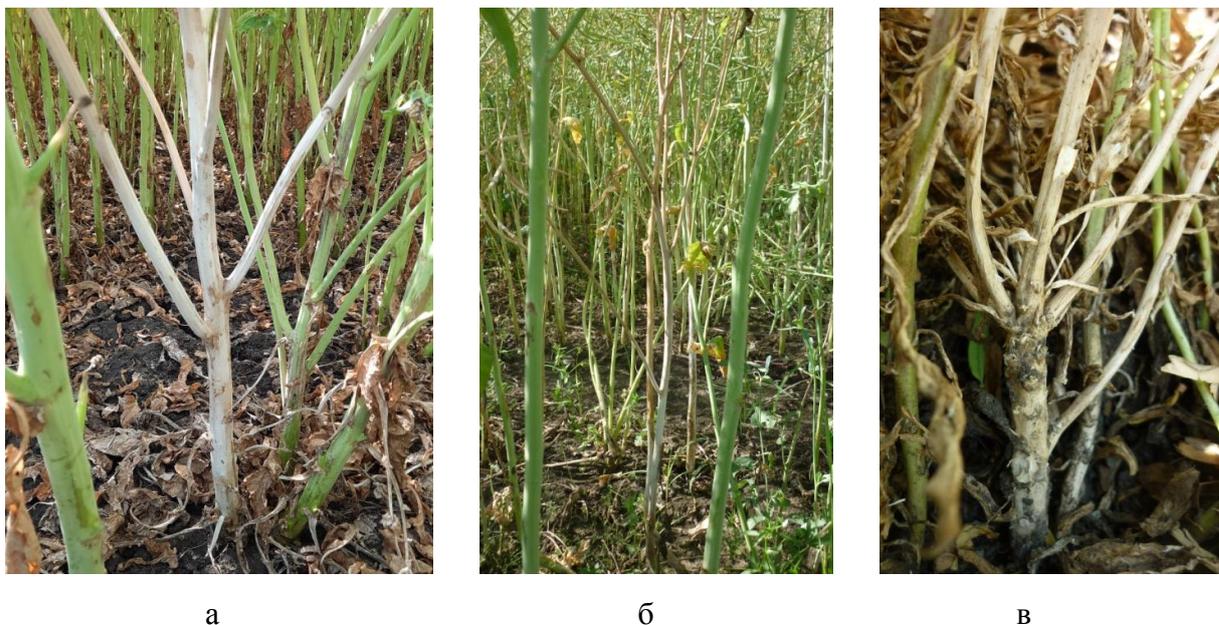


Рисунок 16 – Симптомы склеротиниоза (возбудитель *S. sclerotiorum*) на растениях озимых масличных культур семейства Капустные (ориг.): а) рапса озимого; б) горчицы сарептской озимой; в) рыжика озимого

В условиях степной зоны Западного Предкавказья нами также описаны диагностические признаки серой гнили масличных культур семейства Капустные, не описанной в выше указанных источниках. Ботридиоз, или серая гниль, проявлялся на озимых рапсе и горчице сарептской в начале фазы зеленого стручка при интенсивных осадках или при обильных росах (Сердюк, 2025). При обследовании посевов культур обнаружено, что в местах поражения на стеблях, листьях или стручках образовывались бурые пятна, которые покрывались густым серым или серо-зеленым налетом, состоящим из гиф, конидиеносцев и конидий анаморфной (бесполой) стадии гриба (рисунок 17 а, б). Позже в этих местах образовывались черные мелкие склероции патогена.

Отмечено также, что более интенсивному развитию болезни способствовали подмораживание растений и различные повреждения, например, растрескивание стеблей при большом количестве осадков и резкой смене температуры воздуха (рисунок 17 в).



а

б

в

Рисунок 17 – Спороношение возбудителя ботридиоза (*B.cinerea*) на рапсе озимом (ориг.): а) на листе; б) на поверхности стручка; в) внутри трещины стебля

Мучнистая роса проявляется на яровых и озимых рапсе и горчице сарептской, а также на горчице белой, горчице черной и рыжике яровом в виде характерных для этого заболевания симптомов (Хохряков и др., 1966; Павлюшин и др., 2005). Для мучнистой росы было характерно появление на листьях (с верхней стороны), стеблях и стручках белого рыхлого налета (рисунок 18).

Впоследствии белый налет уплотнялся и покрывался темно-коричневыми точками (клейстотециями). Однако проникновения мицелия патогена внутрь тканей растений масличных культур семейства Капустные не было отмечено ни в один год исследований.

При этом нами впервые установлено, что проявление мучнистой росы на рыжике озимом отличается от симптомов болезни на других культур. Покрытые густым белым налетом пораженные стебли растений рыжика озимого впоследствии быстро засыхали, становились коричневого цвета, часто искривлялись (рисунок 19).



а



б



в



г

Рисунок 18 – Мицелий возбудителя мучнистой росы *E. cruciferarum* на яровых горчице сарептской и горчице черной (ориг.): а) на верхней стороне листа горчицы черной; б) на верхней стороне листа горчицы сарептской; в) на стебле горчицы черной; г) на стебле горчицы сарептской



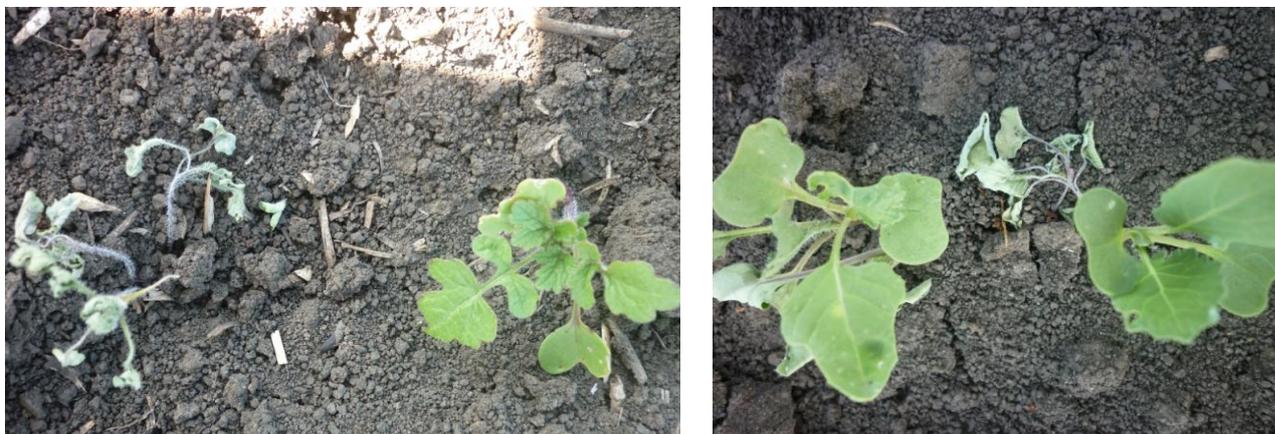
а



б

Рисунок 19 – Симптомы мучнистой росы (возбудитель *E. cruciferarum*) на рыжике озимом (ориг.): а) мицелий гриба на стеблях; б) искривление пораженного стебля

Исследования показали, что в условиях степной зоны Западного Предкавказья на яровых масличных культурах семейства Капустные, а также рыжике озимом ежегодно отмечалось поражение фузариозом. В.А. Павлюшин и др. (2005) описывают проявление фузариозной инфекции на горчице и рапсе как фузариозное увядание. В условиях периода наших исследований первое проявление признаков болезни на растениях наблюдалось в период от появления всходов до образования настоящих листьев в виде корневых гнилей. На корневой шейке растений визуализировалась темная перетяжка, впоследствии темнел весь корень, листья и точка роста увядали (рисунок 20).



а

б

Рисунок 20 – Симптомы фузариоза (возбудители *Fusarium* spp.) в форме корневой гнили в начале развития растений (ориг.):

а) горчицы белой; б) рапса ярового

Фузариоз в виде трахеомикозного увядания растений (фузариозное увядание) мы отмечали, начиная с фазы стеблевания культур. Поражение растений изученных культур в этой фазе приводило к полному усыханию листьев и стеблей. Проявление симптомов болезни в фазе бутонизации или цветения выражалось в поникании цветочной кисти, усыхании стеблей, которые, становясь хрупкими, легко выдергивались из почвы.

Признаки проявления фузариозного увядания в фазе зеленого стручка выражались в осветлении (светло-зеленая, затем желтая окраска) части или всего стебля выше повреждения на границе коры и древесины, возникающее из-за проникновения патогена в сосуды. Пораженные растения быстро засыхали (рисунок 21).



а



б



в



г



д

Рисунок 21 – Симптомы фузариозного увядания (возбудители *Fusarium* spp.) (ориг.): а) рыжика ярового; б) рыжика озимого; в) рапса ярового; г) горчицы белой; д) горчицы черной

В некоторых случаях инфицирование корней растений возбудителями фузариозного увядания происходило вследствие повреждения их личинками скрытнохоботника стеблевого капустного (*C. quadridens* Panz.) (рисунок 22).



Рисунок 22 – Личинка скрытнохоботника стеблевого капустного (*C. quadridens*) в тканях корневой шейки горчицы белой (ориг.)

Кроме этого, в отдельные годы выявлены единичные растения озимых рапса и горчицы сарептской с одновременными признаками фомоза (прикорневой формы) и фузариозного увядания (рисунок 23). Из тканей корней с симптомами фузариозного увядания выделялся гриб *F. oxysporum*.



Рисунок 23 – Симптомы поражения корней горчицы сарептской озимой грибом *F. oxysporum* (ориг.)

Однако чаще встречались растения озимых рапса и горчицы сарептской, зараженные грибом *F. graminearum*. Внешне симптомы на пораженных тканях похожи на реакцию растений на недостаток фосфора в почве (рисунок 24).

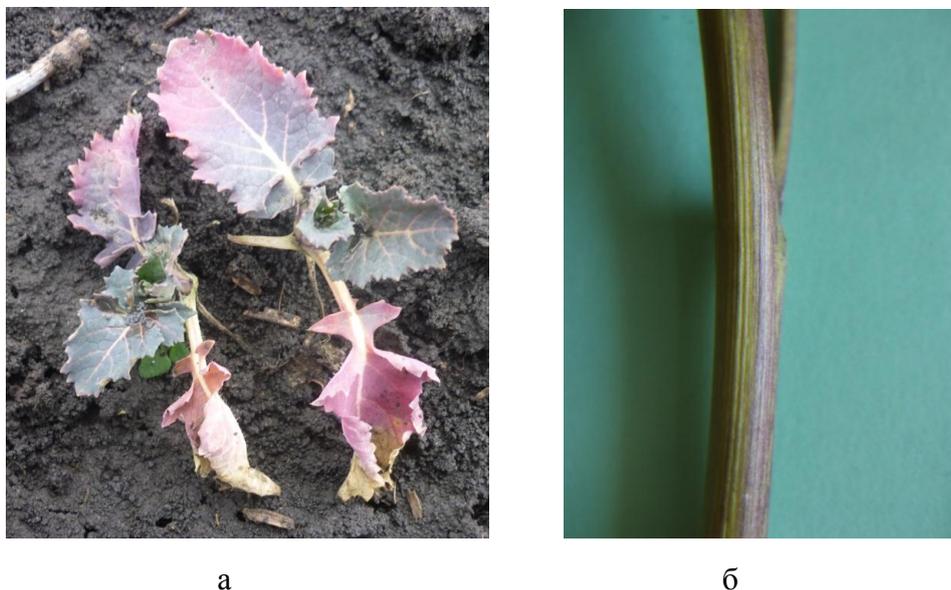


Рисунок 24 – Признаки заражения растений рапса озимого грибом *F. graminearum* (ориг.): а) в фазе 2-4 настоящих листа; б) в фазе зеленого стручка

Но в том случае, если действительно причина заключалась только в недостатке этого макроэлемента, штаммы гриба не выделялись из окрашенных частей растений. А проведенная фитоэкспертиза показала наличие инфекционного начала патогена в тканях, однако заражение им растений не приводило к гниению корней в фазе 2-4 настоящих листьев и закупорке мицелием гриба сосудистых пучков стебля в период цветения – желто-зеленый стручок.

В результате многолетних исследований установлено, что симптомы вертициллезного увядания растений масличных культур семейства Капустные очень схожи с фузариозным увяданием. Симптомы вертициллезного увядания обнаруживали в конце фазы цветения в виде постепенного увядания и фазе зеленого стручка в виде преждевременного созревания растений. На эти же признаки вертициллезного увядания указывают и В.А. Павлюшин и др. (2005).

Стебель и ветви у пораженных растений становились хрупкими, изменяли цвет с зеленого на светло-желтый (рисунок 25 а, б, в). На поперечных срезах стебля или корня больных растений отмечалось потемнение сосудистых пучков (Сердюк и др., 2018).



Рисунок 25 – Симптомы вертициллезного увядания (возбудитель *V. dahliae*) (ориг.): а) рапса ярового; б) рыжика озимого; в) горчицы сарептской яровой; г) микросклероции гриба на стебле рапса озимого

Листья быстро желтели, засыхали и опадали. Образующиеся семена в стручках были щуплыми, с низкой всхожестью. В нижней части стебля, а также на корнях под эпидермисом или корой обнаруживались очень мелкие и близко расположенные черные микросклероции возбудителя болезни (рисунок 25 г).

Пероноспороз, или ложная мучнистая роса описывается в литературе как хлоротичные пятна на листьях, снизу светлый налет. В результате наших исследований установлено, что первые признаки пероноспороза на растениях озимых масличных культур семейства Капустные отмечались уже осенью, ярового – весной, начиная с фазы розетки, при условии обильных осадков и средней температуры воздуха плюс 14-16 °С. Симптомы болезни на озимой и яровой горчице сарептской, яровых горчице белой, горчице черной и рыжике выглядели так же, как и на рапсе: на верхней стороне листьев отмечались желтоватые пятна неправильной формы, на их нижней стороне в местах этих пятен наблюдался слабый рассеянный налет спороношения патогена белого цвета (рисунок 26).

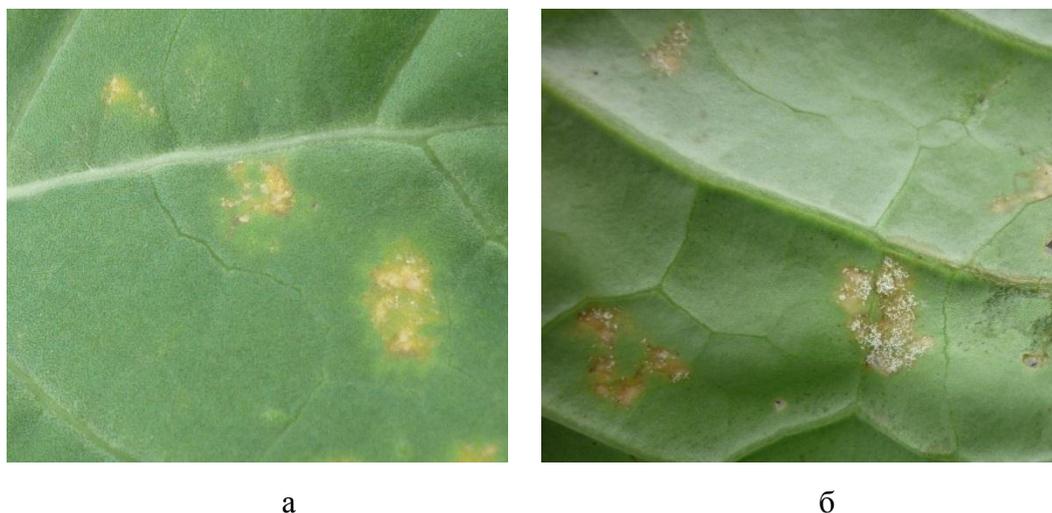


Рисунок 26 – Симптомы пероноспороза (возбудитель *H. brassicae*) на горчице черной (ориг.): а) пятна с верхней стороны листа; б) спороношение гриба в местах пятен с нижней стороны листа

В результате слияния пятен образовывались некрозы, иногда занимающие значительную часть пластинок нижних листьев, которые преждевременно желтели, усыхали и опадали (Сердюк и др., 2011).

При этом симптомы проявления пероноспороза на рыжике озимом отличались от всех остальных культур. Больные растения рыжика сильно отставали в росте, не вырастали более 10-15 см, резко выделяясь на фоне рядом

стоящих здоровых растений (рисунок 27 а). Такие растения не образовывали генеративных органов, либо они были недоразвитыми. Пораженные возбудителем болезни листья рыжика отличались светло-зеленым цветом, с нижней стороны покрывались интенсивным рыхлым белым налетом, который иногда покрывал и верхнюю сторону листьев. Через некоторое время листья скручивались в длину. При сильном поражении растений рыжика пероноспорозом они высыхали и полностью покрывались белым налетом – спороношением патогена (рисунок 27 б).



а



б

Рисунок 27 – Симптомы пероноспороза (возбудитель *H. brassicae*) на растениях рыжика озимого (ориг.)

Черная ножка описывается В.А. Павлюшиным с соавторами (2005) как побурение корней и корневой шейки, а также увядание растений. В наших исследованиях черная ножка проявлялась на всходах и молодых растениях озимых и яровых рапса и горчицы сарептской. При заражении растений возбудителями болезни происходило почернение и размягчение тканей корневой шейки (рисунок 28). Пораженные проростки очень быстро засыхали. Особенно интенсивно болезнь развивалась в холодный и влажный период во время начального роста растений (Сердюк и др., 2011).



Рисунок 28 – Симптомы черной ножки (возбудитель *R. solani*) (ориг.):  
а) на рапсе яровом; б) на горчице сарептской яровой

Результаты фитоэкспертизы показали поражение растений в условиях степной зоны Западного Предкавказья грибом *R. solani*.

Белая ржавчина подробно описана в соответствующих определителях болезней растений. В подавляющем большинстве случаев первые признаки поражения растений горчицы белой болезнью выявлены в фазе цветения культуры. Симптомы проявления белой ржавчины на растениях горчицы белой аналогичны таковым на рапсе яровом (рисунок 29): на поверхности цветущих кистей, образовывались многочисленные белые блестящие выпуклые «подушечки».



Рисунок 29 – Симптомы белой ржавчины на рапсе яровом (возбудитель *A. candida*) со спороношением патогена (ориг.):  
а) уродливая кисть; б) уродливые, недоразвитые бутоны

Пораженные ветви растений горчицы белой искривлялись и вздувались, либо полностью высыхали. При проведении мониторинга фитосанитарного состояния посевов культуры отмечено, что на многих растениях поражались все ветви. Стручки, а, соответственно, и семена на таких ветвях растений не формировались.

Зафиксировано также поражение единичных растений горчицы белой болезнью в фазе стеблевания, что приводило к недоразвитости растений. У них деформировались листья, покрываясь полностью спороношением патогена (рисунок 30).

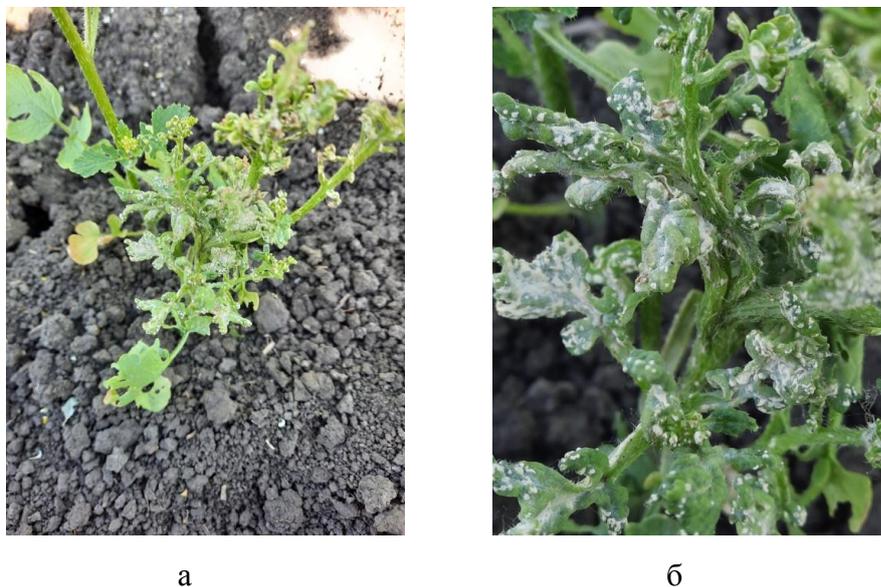


Рисунок 30 – Симптомы белой ржавчины на горчице белой (возбудитель *A. candida*) (ориг.): а) пораженное недоразвитое растение; б) спороношение патогена на листьях

На рыжике яровом симптомы белой ржавчины проявлялись в фазе зеленого стручка (рисунок 31). Вследствие поражения стебля образовавшиеся стручки впоследствии засыхали.



а



б

Рисунок 31 – Симптомы белой ржавчины на рыжике яровом (возбудитель *A. candida*) (ориг.): а) пораженные ветви; б) спороношение патогена на стручке

На рыжике озимом симптомы белой ржавчины отмечались только на листьях растений. На их верхней стороне визуализировались красные пятна, на нижней стороне в местах этих пятен находились белые «подушечки» с порошащей массой спор патогена (рисунок 32).



а



б

Рисунок 32 – Симптомы белой ржавчины на рыжике озимом (возбудитель *A. candida*) (ориг.): а) листья с некрозами; б) спороношение патогена на нижней стороне листа

Растения рыжика озимого с пораженными нижними и средними листьями продолжали нормально развиваться с формированием цветков в цветочных кистях обычного размера.

В результате исследований установлено поражение масличных культур семейства Капустные бактериальными болезнями, описание которых в вышеуказанных источниках отсутствует. Установлено, что при поражении бактериозом яровых и озимых рапса и горчицы сарептской в начале вегетации возбудители болезни, проникая в растение через корень, вызывают побурение гипокотилия. На семядольных и первых настоящих листьях некрозы распространяются по центральной жилке и по краю листовой пластинки, далее охватывая всю их поверхность и приводя к засыханию растений (Сердюк и др., 2011) (рисунок 33).



Рисунок 33 – Симптомы бактериоза (возбудители *X. campestris*, *P. fluorescens*) разной степени на семядольных листьях рапса озимого (ориг.)

При поражении бактериозом озимых и яровых рапса, горчицы и рыжика в более поздние фазы развития отмечались симптомы закупорки большей части проводящих сосудов, вызывающей увядание растений: в фазы стеблевания и цветения большинство пораженных растений этих культур преждевременно полностью желтели и высыхали, выделяясь на общем фоне зеленых растений. Поражение болезнью в фазе зеленого стручка чаще всего приводило к

закупорке 1/3 или 1/2 части сосудов. Внешне это проявлялось в виде желто-коричневой полосы, идущей от корневой шейки до центральной ветви. Некоторые пораженные растения так же увядали. Внутри корня и корневой шейки пораженных растений образовывались ослизняющиеся полости (рисунок 34 и 35).



а



б

Рисунок 34 – Симптомы бактериального увядания (возбудители *X. campestris*, *P. fluorescens*) на горчице сарептской яровой (ориг.): а) пораженное с высокой степенью растение; б) сгнившая внутренняя часть корня



а



б

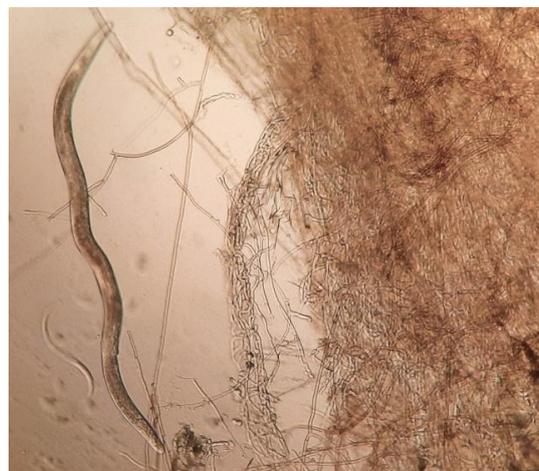
Рисунок 35 – Симптомы поражения корней рапса озимого бактериозом (возбудители *X. campestris*, *P. fluorescens*) (ориг.)

Известно, что многие сельскохозяйственные культуры поражаются микроскопическими круглыми червями – нематодами. Это заболевание проявлялось в виде увядания в начальной стадии растений озимых (в начале мая) и яровых (в начале июня) масличных культур семейства Капустные. Некрозы на корнях, образующиеся при переходе нематод с одного места питания на другое, являются для растений серьезными повреждениями, а также через них в растение проникают возбудители фузариоза, вертициллеза и бактериоза, что вызывает полное увядание растений.

Болезнью поражаются также корни проростков и растений в фазе 2-4 настоящих листа масличных культур семейства Капустные при выпадении большого количества осадков. При этом корни растений чернеют, некрозы увеличиваются в направлении от точки роста корня к корневой шейке и растения засыхают (рисунок 36).



а



б

Рисунок 36 – Гетеродез (возбудитель *H. schachtii*) (ориг.) на рапсе яровом:

а) пораженные корни; б) нематоды при увеличении 400х

Фитоплазмоз на масличных культурах семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья проявлялся в разных формах: виресценция, карликовость, филлодии (Сердюк и др., 2017).

Виресценция на растениях характеризовалась позеленением цветков, которые часто израстали. Чашелистики утолщались, становились выпуклыми (рисунок 37 а). Стручки на ветвях с такими цветками не образовывались.

Карликовость растений выражалась в укорочении центральной и боковых ветвей вследствие прекращения их роста. Толщина ветвей увеличивалась, они становились бугристыми. Цветочные кисти выглядели уродливыми, бутоны становились практически бесцветными. При этом отмечалась скученность цветоножек на укороченных побегах. Стручки на таких растениях не образовывались (рисунок 37 б).

Филлодии проявлялись следующим образом: лепестки цветков и чашелистики превращались в листовидные образования зеленого цвета, которые в дальнейшем разрастались, увеличивались и не опадали до конца вегетации. На некоторых пораженных растениях отмечалось образование стручков. Однако со временем эти стручки гипертрофированно увеличивались, становились широкими и плоскими. В течение всего времени стручки не меняли свой цвет, в некоторых из них образовывались маленькие зеленые семена, которые не созревали (рисунок 37 в).



а



б



в

Рисунок 37 – Симптомы фитоплазмоза (возбудители фитоплазмы *A. ellows*) на рапсе озимом (ориг.): а) виресценция; б) карликовость; в) филлодии

Таким образом, в результате исследований уточнены симптомы болезней и сроки их проявления на озимых и яровых рапсе и горчице сарептской, впервые определены биоэкологические особенности проявления инфекционных болезней горчицы белой, горчицы черной, озимого и ярового рыжика в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Установлены отличия по симптомам проявления на растениях мучнистой росы между яровым и озимым рыжиком и остальными изученными культурами, а также по симптомам проявления на растениях пероноспороза между рыжиком озимым и другими масличными культурами семейства Капустные.

При изучении органотропной специализации патогенов разного происхождения установлено, что наиболее часто они выделялись из пораженных стеблей, корней и листьев растений (таблица 5).

Таблица 5 – Видовой состав и место локализации возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные

Возбудитель	Место локализации возбудителя болезни на растении				
	Корень	Стебель	Лист	Стручок	Семя
1	2	3	4	5	6
<i>Alternaria raphani</i> J.W. Groves & Skolko	+	+	–	–	–
<i>A. brassicae</i> (Berk.) Sacc.	–	–	+	+	+
<i>A. brassicicola</i> (Schw.) Wiltshire	–	+	+	+	+
<i>A. consortialis</i> (Thüm.) J.W. Groves & S. Hughes	+	+	+	–	–
<i>Erysiphe cruciferarum</i> Opiz ex L. Junell	–	+	+	+	–
<i>Hyaloperonospora brassicae</i> Gäum. Göker, Voglmayr, Riethm., Weiss & Oberw.	–	–	+	–	–
<i>Leptosphaeria maculans</i> (Desm.) Ces. et. De Not	+	+	+	–	–
<i>L. biglobosa</i> R.A. Shoemaker & H. Brun	+	+	+	–	–
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyd. et Hans.	+	+	+	+	+
<i>F. merismoides</i> Corda	+	+	+	–	–
<i>F. graminearum</i> Schwabe	+	+	+	–	–
<i>F. poae</i> (Peck) Wollenw	+	+	–	–	–
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+	+	–	–	+

## Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	+	+	+	+	+
<i>Aspergillus flavus</i> Link	–	–	–	–	+
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh	–	–	–	–	+
<i>Penicillium citrinum</i> Thom	–	–	–	–	+
<i>Penicillium lanosocoeruleum</i> Thom	–	–	–	–	+
<i>Mucor mucedo</i> Fresen	–	–	–	–	+
<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid	+	+	–	–	–
<i>Verticillium dahliae</i> Klebahn	+	+	+	–	–
<i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel	–	+	+	+	+
<i>Thanatephorus cucumeris</i> (Frank) Donk	+	–	–	–	–
<i>Olpidium brassicae</i> (Woronin) P.A. Dang	+	–	–	–	–
<i>Rhizoctonia solani</i> J.G. Kühn	+	–	–	–	–
<i>Albugo candida</i> (Pers.) Kuntze	–	+	+	+	–
<i>Pythium debarianum</i> R. Hesse	+	–	–	–	–
<i>Xanthomonas campestris</i> Dows.	+	+	–	–	+
<i>Pseudomonas fluorescens</i> Migula	+	+	–	–	+
<i>Heterodera schachtii</i> Schmidt.	+	–	–	–	–
<i>Astery ellows</i>	+	+	+	+	–

Примечание: + - наличие инфекции; – - отсутствие инфекции

К корню и стеблю масличных культур семейства Капустные приурочено большинство изученных видов фитопатогенов – 64,5 и 61,3 % соответственно, к листу и стручку – несколько ниже (48,4 и 38,7 % соответственно). Наименьшее количество видов выделялось из семян – 25,8 % (рисунок 38).

При определении органотропной специализации патогенов учитывали тот факт, что существует не только внешнее и внутреннее инфицирование семян масличных культур семейства Капустные, но также и скрытое.

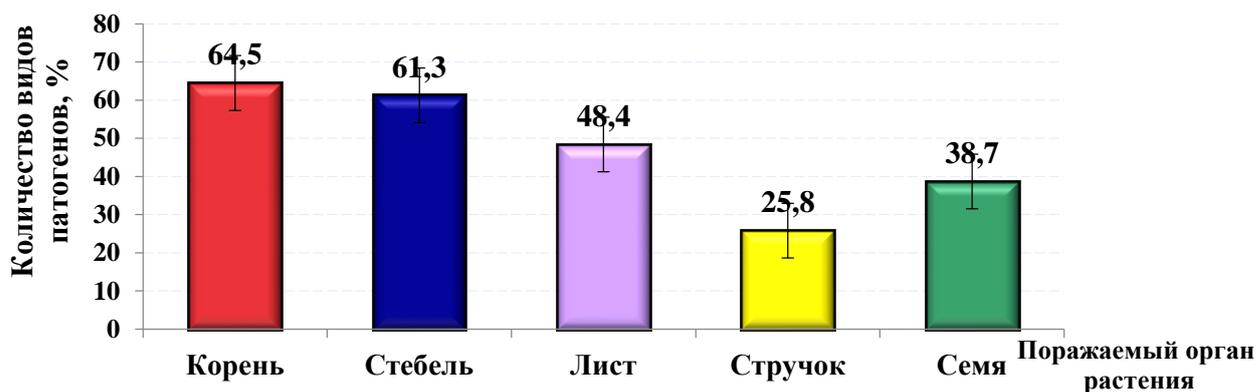


Рисунок 38 – Органотропная специализация патогенных организмов в агроценозах масличных культур семейства Капустные (2011-2022 гг.)

Изучение скрытого инфицирования семян культур возбудителями болезней изучали в лабораторных условиях в 2011-2017 гг. Первые некрозы на гипокотилиях единичных проростков озимых и яровых рапса и горчицы сарептской отмечены на седьмые сутки, горчицы белой и горчицы черной – на восьмые в виде темных продольных штрихов, что указывает на проявление скрытого течения болезни. Гипокотили проростков рыжика как ярового, так и озимого, на протяжении всего исследования оставались здоровыми. Следовательно, инфекционное начало возбудителей болезней разного генеза не проникало в зародыш семян рыжика. Это может являться следствием более высокого содержания в масле семян рыжика эйкозеновой (гондоиновой) кислоты по сравнению с маслами рапса, горчицы сарептской, горчицы белой и горчицы черной: 12,5 % кислоты содержится в масле рыжика против 1,5 % – в масле горчицы сарептской и горчицы белой; 1,2 % – в масле рапса; 6,8 % – в масле горчицы черной (Осик и др., 2000; Прахова, Зеленина, 2009; Прахова, 2019; Голова, Горлова, 2019; Kaur et al., 2022). Эта кислота повышает регенерацию тканей, выполняет защитную функцию, укрепляя иммунитет растения, тем самым, предположительно, позволяя развиваться более здоровым проросткам растений.

Ткани стеблей проростков, выросших из семян со скрытым инфицированием, выше и ниже некрозов обесцвечивались, что говорит о начавшемся процессе разрушения пигмента клеток, окружающих некроз (рисунок 39).



Рисунок 39 – Проявление на гипокотелях проростков горчицы сарептской яровой симптомов скрытого инфицирования грибом *A. brassicicola* (ориг.)

При интенсивном развитии патогена на гипокотелях в местах некрозов впоследствии образовывались перетяжки, что приводило к гибели пораженных проростков. На всех пораженных участках гипокотилей проростков, заложенных во влажную камеру в чашки Петри, через двое-трое суток отмечены начало роста мицелия и образование спороношения патогена черного цвета. Проведенное микроскопирование показало, что все исследуемые изоляты грибов относились к виду *A. brassicicola*.

На десятые сутки проведен завершающий учет, в результате которого установлена разница в количестве пораженных проростков исследуемых масличных культур семейства Капустных грибом *A. brassicicola* (рисунок 40).

У рапса озимого и ярового, а также у горчицы черной количество проростков, на которых были отмечены некрозы, составило 8,7-10,3 %. Наибольшее количество проростков, пораженных патогеном в скрытой форме, выявлено у горчицы сарептской озимой и яровой, составив 12,4-14,0 %, наименьшее – у горчицы белой (5,8 %).

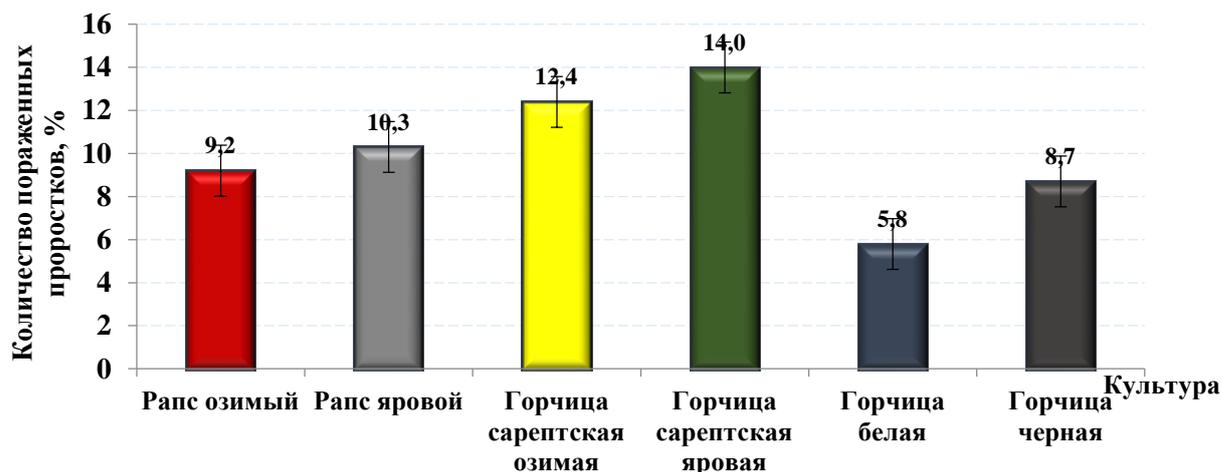


Рисунок 40 – Количество проростков масличных культур семейства Капустные, пораженных в скрытой форме грибом *A. brassicicola*, полученных из визуально здоровых семян (2011-2022 гг.)

Одной из причин меньшего поражения проростков горчицы белой возбудителем болезни может являться содержание в масле семян этой культуры эруковой кислоты, которая является своеобразным защитным барьером для проникновения *A. brassicicola* в ткани зародыша.

Таким образом, в результате проведения многолетних исследований установлен современный видовой состав возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные, определена их принадлежность к разным группам организмов: не грибной (грибоподобные организмы, бактерии, нематоды и фитоплазмы) и грибной этиологии, выявлена органотропная специализация фитопатогенов, а также показано, что визуально здоровые семена масличных культур семейства Капустные могут являться носителями инфекционного начала альтернариоза, которое находится в скрытой форме до момента прорастания семян. Внутрь тканей зародыша проникал только один вид патогенных грибов – *A. brassicicola*.

### **3.3 Экологические характеристики фитопатогенов – возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в зависимости от растения-хозяина**

Модель патологического процесса включает три основополагающих элемента: восприимчивое растение-хозяин, вирулентный патоген и условия окружающей среды. Определяющую роль в заражении растений, продолжительности инкубационного периода, рассеивании спор возбудителей болезней и восприимчивости растений играет окружающая среда, а именно погодные факторы: влажность, температура воздуха, скорость ветра и др. (Gadre et al., 2005; Hill, Hausbeck, 2009). Факторы внешней среды при определенном их сочетании могут значительно усиливать или ослаблять распространенность и развитие болезней (Черемесинов, 1973). Наиболее сильное влияние на распространенность и развитие болезней оказывают температура, осадки и влажность воздуха (Попов, Рукин, 2022).

Повышение уровня влажности облегчает процесс заражения растений патогенами, температура воздуха ускоряет или замедляет его. Если температура отклоняется от оптимальной для жизнедеятельности возбудителя, то распространенность и развитие болезни могут приостановиться, если же она неблагоприятная для роста растений, то интенсивность их поражения возрастает. Остальные показатели погоды (свет, ветер, атмосферное давление) часто только корректируют влияние тепла и влаги (Miller, 1953; Yáñez-López et al., 2012; Velásquez et al., 2018). Поэтому при проведении мониторинга необходимо учитывать метеорологические условия, складывающиеся в течение вегетации культур.

Метеорологические условия, складывающиеся в период первая декада мая-вторая декада июля, когда отмечается массовое проявление большинства болезней, наносящих вред урожаю масличных культур семейства Капустные в степной зоне Западного Предкавказья, мы оценили через интегральный

показатель – гидротермический коэффициент (ГТК), а также относительную влажность воздуха (рисунок 41) (Приложение А.2-А.13).

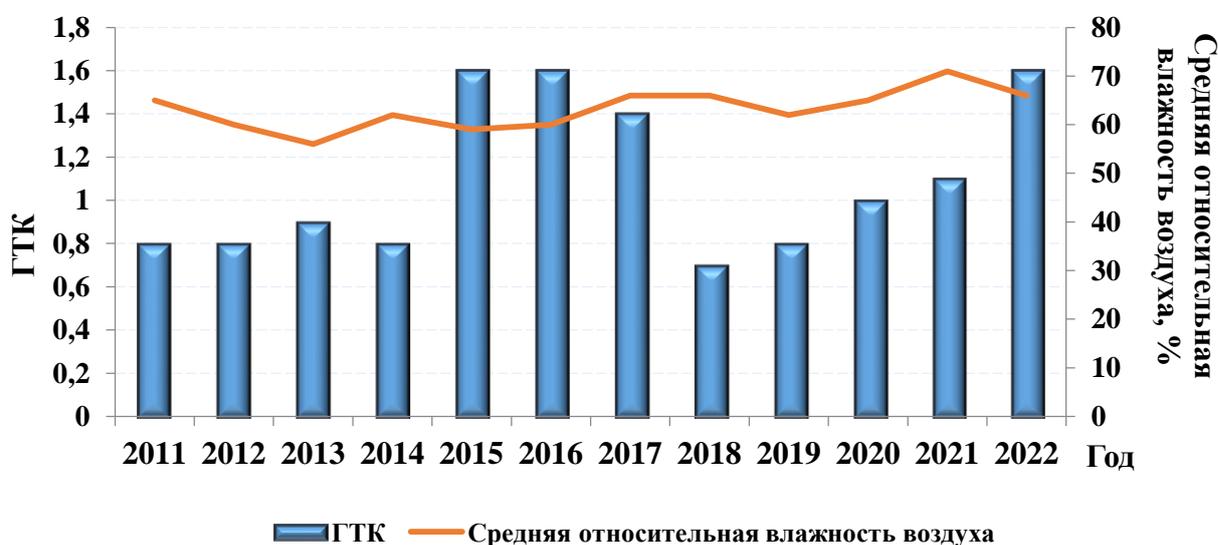


Рисунок 41 – Средняя относительная влажность воздуха и ГТК за период первая декада мая-вторая декада июля, степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.

Установлено, что в годы исследований ГТК за период календарный период от первой декады мая до второй декады июля составлял 0,7-1,6, что свидетельствует о разном уровне увлажнения территории: от недостаточного до избыточного. С 2011 по 2014 гг. увлажнение характеризовалось как недостаточное (ГТК = 0,7-0,9). В 2015 и 2016 гг. произошло резкое увеличение ГТК до 1,6 (избыточное увлажнение территории). В 2017 г. увлажнение среды было оптимальным (ГТК составил 1,4). В 2018-2019 гг. увлажнение было недостаточным (ГТК = 0,7-0,8), а с 2020 г. до 2022 г. – близко к оптимальному с переходом в избыточное (от 1,0 до 1,6).

В мае 2013 г. отмечалась сильная засуха (ГТК = 0,2), которая способствовала приостановлению развития и распространения патогенов в агроценозах масличных культур семейства Капустные в этот период.

Средняя относительная влажность воздуха за изучаемый период в 2011-2022 гг. была на уровне 59-71 %, что является благоприятным фактором для развития многих болезней масличных культур семейства Капустные (альтернариоза, фузариоза, пероноспороза, мучнистой росы и др.), за исключением 2013 г., когда средняя относительная влажность воздуха за период первая декада мая-вторая декада июля не превысила 56 %.

В целом, в годы проведения исследований шесть лет (2011-2014, 2018-2019 гг.) характеризовались как засушливые в период наблюдения (от первой декады мая до второй декады июля), а остальные шесть лет как увлажненные. Для оценки экологических требований фитопатогенов – возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в зависимости от растения-хозяина произвели оценку фитосанитарного состояния агроценозов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья по распространенности болезней, которую оценивали по шкале (Serdyuk et al. 2020):

- – отсутствие пораженных растений;
- + – низкая (поражено до 10,9 % растений);
- ++ – средняя (поражено от 11,0 до 50,9 % растений);
- +++ – высокая (поражено 51,0 % растений и более).

В расчетном численном виде распространенность болезней представлена в Приложении Б (Б.1-Б.14).

Исследования проводили на следующих сортах: рапс озимый Лорис, горчица сарептская озимая Джуна, рыжик озимый Карат, рапс яровой Таврион, Викинг-ВНИИМК, Дуэт, Крис, Амулет, Галант, Руян, Баланс; горчица сарептская яровая Золушка, Росинка, Ника, Юнона, Горлинка, Галатея;, рыжик яровой Кристалл, горчица белая Радуга, Колла, Руслана, горчица черная Ниагара.

Установлено, что распространенность пероноспороза практически на всех масличных культурах семейства Капустные не зависела от погодных условий. Заболевание проявлялось ежегодно на озимых и яровых рапсе, горчице

сарептской, а также горчице белой и горчице черной (таблица 6, Приложение Б.1).

Таблица 6 – Распространенность пероноспороза в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица белая	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица черная	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Рыжик	+	+	+	++	+	++	++	++	++	+++	+++	+++
Озимая форма												
Рапс	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Рыжик	–	–	–	–	+	+++	+++	+	+	+	++	+

Исключение составило проявление болезни на рыжике как яровом, так и озимом. Более того, если на рыжике яровом пероноспороз выявлялся ежегодно, то на рыжике озимом до 2015 г. (т.е. в годы с низким ГТК и низкой относительной влажностью воздуха в изучаемый период) симптомов поражения растений болезнью вообще отмечено не было.

Белая ржавчина отмечалась на рапсе и видах горчицы эпизодически, о чем свидетельствуют результаты маршрутных обследований в годы проведения исследований. А такая культура как рыжик подвержена данному заболеванию. Причем яровая форма в большей степени (таблица 7, Приложение Б.2).

Черная ножка в условиях степной зоны Западного Предкавказья не поражала рыжик, горчицу белую и черную независимо от гидротермических условий. В тоже время рапс и горчица сарептская являлись восприимчивыми к





Озимые формы рапса, горчицы сарептской и рыжика регулярно подвергались этому заболеванию, особенно во влажных условиях. Самая восприимчивая к бактериозу горчица сарептская озимая.

Гетеродез встречался на всех культурах за исключением озимого и ярового рыжика. В 2021 г., который характеризовался в изучаемый период максимального проявления болезней самой высокой влажностью воздуха за годы исследований, распространенность болезни на рапсе и горчице сарептской (и озимой, и яровой форме) достигла средних показателей (таблица 10, Приложение Б.5).

Таблица 10 – Распространенность гетеродеза в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.) (по Сердюк, 2024)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	–	+	+	+	–	+	+	+	–	+	++	+
Горчица сарептская	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+
Горчица белая	–	–	+	–	–	+	–	–	–	–	+	–
Горчица черная	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	+	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Озимая форма												
Рапс	–	+	–	+	+	–	+	+	+	+	++	+
Горчица сарептская	+	–	+	–	+	–	+	+	+	+	++	+
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Распространенность фитоплазмоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные была низкой во все годы исследований, количество пораженных растений не превышало 10 % (таблица 11, Приложение Б.6).

Таблица 11 – Распространенность фитоплазмоза в посевах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-
Горчица сарептская	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-
Горчица белая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Горчица черная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рыжик	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-
Озимая форма												
Рапс	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Горчица сарептская	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+
Рыжик	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

На горчице белой и горчице черной фитоплазмоз в условиях степной зоны Западного Предкавказья не отмечен. Озимые формы рапса и рыжика ежегодно поражались в слабой степени. Яровые рапс и горчица сарептская регулярно инфицировались возбудителями фитоплазмоза. Причем при недостатке влаги в большей степени, что связано с активизацией сосущих насекомых – переносчиков болезни.

Альтернариоз в равной степени поражал как яровые, так и озимые масличные культуры семейства Капустные во все годы проведения исследований (таблица 12, Приложение Б.7).

Исключение составлял рыжик озимый и яровой, который слабо поражался данным заболеванием независимо от складывающихся условий увлажнения. Рапс яровой более подвержен болезни по сравнению с озимым, особенно при недостатке влаги. Аналогично горчица белая сильнее поражалась, чем горчица черная.

Таблица 12 – Распространенность альтернариоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+++	+++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	+++	+++	+++
Горчица белая	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++
Горчица черная	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++
Рыжик	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Озимая форма												
Рапс	+++	++	++	+++	++	++	++	++	++	++	++	+++
Горчица сарептская	++	++	+++	++	+++	++	++	+++	++	+++	+++	+++
Рыжик	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фомоз во все годы исследований не встречался на рыжике, в слабой степени отмечался на яровых формах изучаемых культур. Однако озимые формы рапса и горчицы сарептской регулярно поражаются данным заболеванием независимо от условий увлажнения (таблица 13, Приложение Б.8).

Таблица 13 – Распространенность фомоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Яровая форма												
Рапс	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
Горчица сарептская	+	+	+	–	+	+	+	+	–	–	–	–
Горчица белая	+	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–



Признаки поражения растений склеротиниозом чаще выявлялись на озимых рапсе, горчице сарептской и рыжике с низкой и средней распространенностью независимо от погодных условий (таблица 15, Приложение Б.10).

Таблица 15 – Распространенность склеротиниоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-
Горчица сарептская	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Горчица белая	-	-	-	-	-	++	-	+	-	+	-	-
Горчица черная	-	-	-	-	+	++	+	-	-	+	-	-
Рыжик	-	-	-	+	-	++	++	+	+	+	-	-
Озимая форма												
Рапс	++	++	++	++	+	+	++	+	++	+	+	++
Горчица сарептская	++	+	++	+	+	+	++	+	+	+	+	+
Рыжик	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+	+	++

На горчице белой и горчице черной склеротиниоз определен в некоторые годы исследований при сочетании высоких показателей ГТК (1-1,6) и благоприятной для развития возбудителя болезни относительной влажности воздуха (59-66 %) с низкой распространенностью. Исключением являлся 2016 г., когда распространенность болезни увеличилась до средних показателей (15-20 %).

Признаки проявления ботридиога выявлялись с низкой распространенностью только на озимых рапсе и горчице сарептской в 2011, 2014, 2017, 2020 и 2021 гг. независимо от показаний ГТК и относительной влажности воздуха за изучаемый период (таблица 16, Приложение Б.11).

Таблица 16 – Распространенность ботридиоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица сарептская	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица белая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Озимая форма												
Рапс	+	–	–	+	–	–	+	–	–	+	+	–
Горчица сарептская	+	–	–	+	–	–	+	–	–	+	+	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Вместе с тем, установлено, что интенсивные распространность и развитие ботридиоза наблюдались после ливневых дождей в течение нескольких суток подряд в фазе зеленого стручка (до трех-четырёх суток). Поражению растений ботридиозом способствовало растрескивание стеблей вследствие резких перепадов температуры воздуха весной (Сердюк, 2025).

Распространенность мучнистой росы была высокой во все годы исследований независимо от погодных условий на озимых и яровых рапсе и горчице сарептской, а также горчице черной (таблица 17, Приложение Б.12).

На горчице белой признаки поражения растений этой болезнью отмечены в отдельные годы: 2011, 2012, 2016 и 2018 гг. при разных значениях ГТК – от 0,8 до 1,6 в сочетании с относительной влажностью воздуха от 60 до 66 %.

Мучнистая роса на рыжике озимом ежегодно отмечалась со средней, на яровом – с низкой и средней распространностью.

Таблица 17 – Распространенность мучнистой росы в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица белая	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
Горчица черная	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Рыжик	+	+	+	+	+	+	++	++	+	+	++	+
Озимая форма												
Рапс	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Рыжик	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

Фузариоз в форме трахеомикозного увядания растений отмечен в посевах всех яровых масличных культурах семейства Капустные во все годы исследований: на рыжике – в 2018 и 2020 гг. с высокой распространенностью при разных значениях ГТК и относительной влажностью воздуха 65-66 %, в остальные годы – с низкой и средней распространенностью независимо от погодных условий (таблица 18, Приложение Б.13).

В посевах рапса и разных видов горчицы распространенность болезни была средней и высокой, за исключением 2015-2017 гг., когда она была низкой на горчице черной (при повышении увлажнения среды до оптимального и избыточного, ГТК = 1,4-1,6)

На озимых рапсе и горчице сарептской признаков фузариозного увядания растений за все годы исследования отмечено не было за исключением 2019, когда было выявлено несколько растений рапса и горчицы, а в 2021 г. – растений горчицы, пораженных болезнью. На рыжике озимом распространенность болезни была низкой и средней во все годы исследований,

лишь в 2018 и 2021 гг. растения с симптомами болезни отсутствовали при разных значениях ГТК (0,7 и 1,1), но повышенных показателях средней относительной влажности воздуха (66 и 71 %).

Таблица 18 – Распространенность фузариозного увядания в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	+++	+++	+++	++	+++	++	++	+++	++	+++	++	+++
Горчица сарептская	+++	++	++	++	++	++	++	+++	++	+++	+++	+++
Горчица белая	+++	++	++	++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++
Горчица черная	++	+++	+++	++	+	+	+	++	+++	+++	++	+++
Рыжик	+	+	++	+	++	+	+	+++	++	+++	++	++
Озимая форма												
Рапс	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Горчица сарептская	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Рыжик	+	+	+	+	+	++	+	-	+	+	-	++

Вертициллезное увядание в условиях степной зоны Западного Предкавказья практически не поражало рыжик, как озимую, так и яровую формы, а также горчицу белую и горчицу черную. Что касается горчицы сарептской, то заболевание не встречается на озимой форме. Единичные растения яровых рапса и горчицы сарептской с признаками поражения вертициллезом в виде трахеомикозного увядания растений отмечены в 2012, 2014, и 2018 гг. при ГТК = 0,7-0,8 в сочетании с повышенной средней относительной влажностью воздуха (60-66 %), и в 2015 г. – при ГТК = 1,6 в сочетании с более низкой средней относительной влажностью воздуха – 59 % (таблица 19, Приложение Б.14).

Таблица 19 – Распространенность вертициллезного увядания в агроценозах масличных культур семейства Капустные (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–
Горчица сарептская	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–
Горчица белая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Озимая форма												
Рапс	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Горчица сарептская	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–

На основании данных многолетних исследований рассчитаны коэффициенты множественной корреляции между распространенностью болезней и комплексом погодных факторов (ГТК и средняя относительная влажность воздуха) применительно к яровым и озимым формам масличных культур семейства Капустные (таблица 20). Установлено, что связь между распространенностью болезни и совокупностью признаков являлась слабой и средней, а в некоторых случаях, когда распространенность болезни составляла 100 %, коэффициент корреляции рассчитать было невозможно.

Таким образом, в результате исследований установлено, что в 2011-2022 гг. в условиях степной зоны Западного Предкавказья распространенность болезней зависела от уровня увлажнения среды (ГТК) с первой декады мая по вторую декаду июля в сочетании с показателем относительной влажности воздуха за изучаемый период, находясь в слабой и средней зависимости от данных погодных факторов.

Таблица 20 – Коэффициент множественной корреляции (R) между распространенностью болезней масличных культур семейства Капустные и комплексом погодных факторов (ГТК и средняя относительная влажность воздуха) в степной зоне Западного Предкавказья (2011-2022 гг.)

Культура	Культура							
	Яровая форма					Озимая форма		
	Рапс	Горчица сарептская	Горчица белая	Горчица черная	Рыжик	Рапс	Горчица сарептская	Рыжик
Пероноспороз	–	–	–	–	0,25	–	–	0,58
Белая ржавчина	0,18	–	0,29	–	0,30	–	–	0,70
Черная ножка	–	–	–					–
Бактериальное увядание	0,38	0,47	0,01	–	0,16	-0,15	-0,23	-0,35
Гетеродез	0,03	-0,25	0,05	0,07	–	-0,09	-0,02	–
Фитоплазмоз	-0,62	-0,62	–	–	0,26	-0,17	-0,16	0,05
Альтернариоз	-0,30	-0,14	0,37	-0,59	0,29	-0,06	0,13	0,40
Фомоз	0,01	0,16	-0,29	-0,26	–	0,01	-0,56	–
Пепельная гниль	0,26	0,11	0,07	0,45	0,45	–	–	–
Склеротиниоз	-0,13	-0,12	0,25	0,64	0,19	-0,27	-0,09	0,61
Ботридиоз	–	–	–	–	–	-0,20	-0,18	–
Мучнистая роса	–	–	-0,24	–	-0,05	–	–	-0,35
Фузариозное увядание	-0,06	-0,08	0,13	-0,22	-0,28	-0,26	-0,18	0,50
Вертициллезное увядание	-0,11	-0,11	–	–	–	-0,38	–	-0,17
Примечание			Сильная связь		Средняя связь		Умеренная связь	

Озимые масличные культуры семейства Капустные поражались преимущественно такими болезнями как пероноспороз, мучнистая роса, фомоз, склеротиниоз, альтернариоз; яровые – пероноспороз, мучнистая роса, фузариозное увядание, альтернариоз.

В результате исследований установлена сильная положительная корреляция между распространенностью белой ржавчины озимого рыжика и комплексом погодных факторов (ГТК и средняя относительная влажность воздуха), средняя положительная корреляция для таких болезней как пероноспороз, склеротиниоз и фузариозное увядание озимого рыжика и склеротиниоз горчицы черной, и отрицательная – в отношении фитоплазмоза ярового рапса и яровой горчицы сарептской, альтернариоза горчицы черной, а также фомоза озимой горчицы сарептской. Таким образом, результаты статистической обработки показали, что погодные условия в период первая декада мая-вторая декада июля в степной зоне Западного Предкавказья максимальное влияние оказывают на развитие болезней озимого рыжика.

Цикличность в распространенности изученных болезней масличных культур семейства Капустные не установлена.

### **3.4 Комплекс почвенных микромицетов в агроценозах масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья**

В процессе выращивания сельскохозяйственных культур огромную роль играет эффективное плодородие почвы, т.е. возможность использования элементов плодородия растениями в данном конкретном году. Эффективное плодородие почвы зависит не только от обработки почвы, применения удобрений, но и от того, какие микроорганизмы и в каком количестве заселяют почву. В первую очередь, это касается микроскопических грибов – микромицетов, а также влияния возделываемых культур на качественный и количественный состав почвенных микромицетов.

Как известно, почва является естественной средой обитания многих микроорганизмов, в том числе и микромицетов (микроскопических грибов) как сапротрофных, так и патогенных. Сапротрофные грибы выделяют вещества, способствующие разложению растительных остатков, и токсины-антибиотики, которые подавляют развитие фитопатогенной микобиоты, т.е. обладают супрессивностью.

Фитопатогенные микромицеты обладают набором фитотоксинов, отрицательно влияющих на растения, и являются потенциальной угрозой для заражения агроценозов сельскохозяйственных культур, поэтому в 2020-2022 гг. кроме возбудителей болезней, выделенных из растений, изучен видовой состав микромицетов, находящихся в почве агроценозов озимых и яровых масличных культур семейства Капустные (Сердюк, Трубина, Горлова, 2022). Установлено, что содержащиеся в почве агроценозов культур микромицеты относились к двум отделам: *Ascomycota* и *Mucoromycota*. Большинство видов грибов являлись представителями отдела *Ascomycota* (96 % от общего количества выделенных видов). В состав отдела *Mucoromycota* входило 4 % выделенных видов микромицетов (Сердюк, 2025)..

Из образцов почвы агроценозов всех изученных озимых и яровых культур выделены грибы *Trichoderma* Pers., *Fusarium* Link, *Penicillium* Link, *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Cladosporium* Link и *Mucor* Fresen (рисунок 42 и 43).



а

б

в

Рисунок 42 – Почвенные микромицеты в агроценозах озимых культур (ориг.):

а) горчицы сарептской; б) рапса; в) рыжика

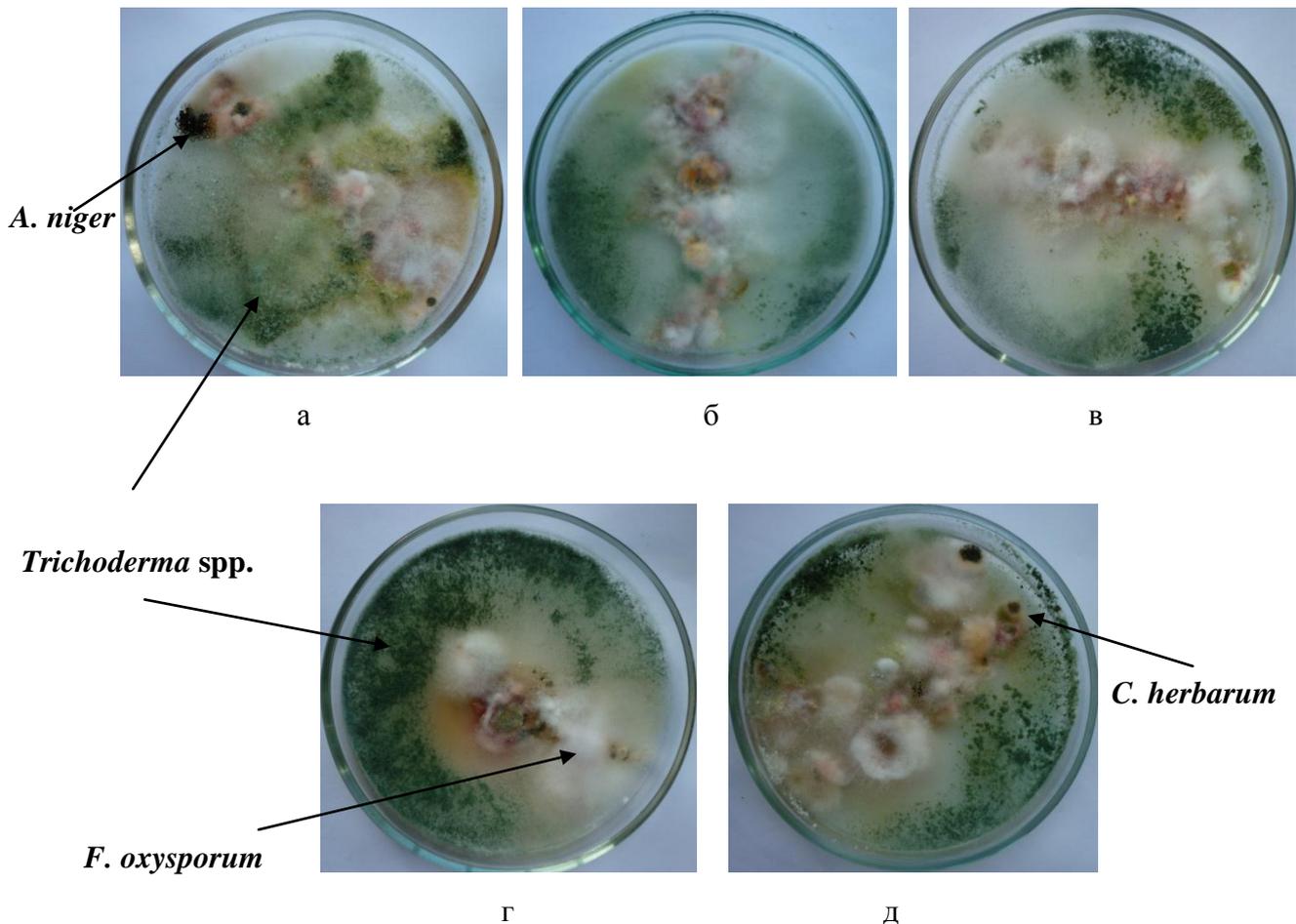


Рисунок 43 – Почвенные микромицеты в агроценозах яровых культур (ориг.):

а) горчицы сарептской; б) рапса; в) рыжика; г) горчицы белой;

д) горчицы черной

У рода *Fusarium* Link определено пять видов: *F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans., *F. graminearum* Schwabe, *F. merismoides* Corda, *F. poae* (Peck) Wollenw. и *F. sporotrichioides* Sherb. Обилие вида *F. oxysporum* внутри рода составляло 60,0-70,0 %. На втором месте стоял вид *F. graminearum* с обилием 22,0-28,0 %. Вид *F. merismoides* выделялся из почвенных проб в незначительном количестве: его плотность не превышала 10,0 %. Виды *F. poae* и *F. sporotrichioides* встречались редко, показатель их обилия внутри рода не превышал 5,0 %.

Роды *Aspergillus* P. Micheli ex Haller и *Penicillium* Link представлены двумя видами каждый: *A. niger* Tiegh, *A. flavus* Link и *P. citrinum* Thom., *P.*

*lanosocoeruleum* Thom. Обилие вида *A. niger* внутри рода составило 92,0 %, вида *A. flavus* – 8,0 %. Плотность вида *P. lanosocoeruleum* составила 95,0 %, *P. citrinum* – 5,0 % внутри рода.

Представителями родов *Cladosporium* Link и *Mucor* Fresen являлись виды *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link и *Mucor mucedo* Fresen.

Эффективное плодородие почвы повышает увеличение в ней количества грибов-супрессоров рода *Trichoderma* Pers., которое должно быть доминирующим по сравнению с остальными микромицетами.

В результате изучения видового разнообразия выявленных микромицетов установлено, что род *Trichoderma* Pers. представлен шестью видами: *T. viride* Pers., *T. citrinoviride* Bissett, *T. harzianum* Rifai, *T. longipile* Bissett, *T. atroviride* P. Karst., *T. longibrachiatum* Rifai. Наиболее многочисленными среди видов рода *Trichoderma* являлись *T. viride* и *T. citrinoviride*: показатели их обилия составляли 30,0-35,0 %, плотность других видов рода *Trichoderma* Pers. не превышала 7,0 %. Наименьший показатель обилия внутри рода выявлен у вида *T. longibrachiatum* (1,0 %).

В прикорневой зоне растений существуют межмикробные взаимодействия, когда разные группы микробов потребляют разные метаболиты растения, или перерабатывают метаболиты друг друга (Baran et al., 2015). Корневые выделения растений, являясь химическими сигналами, способствуют развитию разных видов микроорганизмов (Красильников, 1958; Куркина, 2018). Известно, что в органах растений семейства Капустные (Brassicaceae) содержатся глюкозинолаты, серосодержащие соединения, биологическая активность которых определяется продуктами их гидролиза: изотиоцианатами, тиоцианатами и др., легко растворяющимися в воде (Осик и др., 2000; Голубкина и др., 2010). В растениях продукты гидролиза глюкозинолатов являются специфическим защитным барьером растений, выполняя защитные функции, проявляя антифунгицидную, антибактериальную, гербицидную активность, а также обеспечивая защиту растений от вредных насекомых и нематод (Челенджер,

1963; Рост и устойчивость ... , 1988; Patel et al., 1980; Козарь, 2011; Солдатенко и др., 2022).

Л.Н. Харченко (1964), изучая состав семян разных сортов горчицы сарептской, определила содержание в них аллилизотиоцианата, бутилизотиоцианата, фенилэтилизотиоцианата, с преобладанием аллилизотиоцианата. Исследованиями J.F. Angus (1994) показано, что корневые выделения рапса содержат, в основном, метилэтилизотиоцианаты, горчицы индийской (сизой) – фенилэтилизотиоцианаты. Эти продукты гидролиза глюкозинолатов подавляли рост патогенного гриба *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx и Oliver var. *tritici*, вызывающего гниль пшеницы. Причем, у корневых выделений горчицы эффект был выше, чем у рапса.

Корневые эксудаты горчицы белой (*Sinapis alba*) и горчицы черной (*Brassica nigra*), которые ингибировали выход личинок золотистой картофельной нематоды, также содержали различные изотиоцианаты (Gommers, 1973).

Изучение влияния корневых выделений растений на содержание микромицетов в почве проводили в агроценозах озимых и яровых масличных культур семейства Капустные (Сердюк и др., 2022; Сердюк, 2024). Первые отборы почвенных проб осуществляли в начале вегетации: фазы 2-4 настоящих листа (осень) и стеблевания (возобновление вегетации весной) для озимых культур и 2-4 настоящих листа (весна) для яровых культур. Последние отборы почвы проводили в конце вегетации растений обеих форм (фаза желтого стручка).

При исследовании образцов почвы агроценозов озимых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также парующей почвы, отобранных в начале вегетации растений, установлено, что доминирующее положение по численности представителей родов занимали грибы-супрессоры *Trichoderma* Pers. и патогенные грибы *Fusarium* Link, которые встречались во всех почвенных образцах (таблица 21, Приложение В.1).

Таблица 21 – Распределение комплекса микромицетов в почве агроценозов озимых масличных культур семейства Капустные по показателю обилия (степная зона Западного Предкавказья, 2020-2022 гг.) (по Сердюк и др., 2022)

Фаза вегетации культуры	Обилие видов микромицетов±S, % в почве агроценоза			
	под паром	рапса	горчицы сарептской	рыжика
<i>Trichoderma Pers.</i>				
2-4 настоящих листа (осень)	37,2±1,0	41,9±3,0	42,8±2,0	36,6±1,2
Стеблевание (весна)	38,7±2,2	74,7±2,6	82,3±0,8	82,2±0,6
Желтый стручок	42,8±0,8	79,5±1,8	85,8±1,0	82,7±0,4
<i>Fusarium Link</i>				
2-4 настоящих листа (осень)	47,1±3,0	23,3±2,1	37,1±2,0	47,7±0,4
Стеблевание (весна)	25,3±3,5	5,4±1,0	5,1±1,0	7,0±1,0
Желтый стручок	29,7±4,0	11,3±1,8	7,1±0,7	8,0±0,5
<i>Penicillium Link</i>				
2-4 настоящих листа (осень)	1,0±0,2	0	1,0±0,3	1,7±0,5
Стеблевание (весна)	5,7±0,6	0	0	0
Желтый стручок	8,2±0,4	0	1,2±0,2	2,0±0,5
<i>Aspergillus P. Micheli ex Haller</i>				
2-4 настоящих листа (осень)	0	10,5±1,0	12,9±2,1	1,7±0,2
Стеблевание (весна)	2,3±0,4	1,4±0,3	0,6±0,1	1,4±0,1
Желтый стручок	16,1±2,0	5,3±0,4	2,0±0,3	3,6±0,6
<i>Cladosporium Link</i>				
2-4 настоящих листа (осень)	14,7±2,6	20,9±2,0	6,2±0,4	12,2±1,8
Стеблевание (весна)	28,0±3,2	18,5±1,1	11,0±1,0	9,4±0,7
Желтый стручок	1,9±0,5	3,9±0,8	2,9±0,2	3,7±0,2
<i>Mucor Fresen</i>				
2-4 настоящих листа (осень)	0	3,4±0,3	0	0
Стеблевание (весна)	0	0	1,0±0,1	0
Желтый стручок	1,3±0,1	0	1,0±0,2	0

В образцах почвы, отобранных в фазе 2-4 настоящих листьев озимых рапса, горчицы сарептской и рыжика (осень), показатель обилия микромицетов *Trichoderma Pers.* был на одном уровне, в том числе, и с почвой, находящейся под паром, и составил от 36,6 в почве агроценоза рыжика до 42,8 % в почве агроценоза горчицы сарептской, т.е. в образцах почвы всех агроценозов грибы *Trichoderma Pers.* являлись доминантами первого ранга.

Во время возобновления вегетации озимых культур весной в фазе стеблевания доля грибов *Trichoderma Pers.* увеличилась: в парующей почве – на 1,5 %, составив 38,7 %, а в почве агроценозов культур – на 32,8-45,6 %, составив 74,7-82,3 %. Наибольшее увеличение плотности грибов-супрессоров произошло в почве агроценоза рыжика (на 45,6 %). К моменту созревания культур показатель обилия *Trichoderma Pers.* также увеличился, но незначительно (на 0,1-4,1 %), составив в парующей почве 42,8 %, в почве агроценоза рапса – 79,5 %, в почве агроценоза рыжика – 82,7 % и максимально в почве агроценоза горчицы сарептской – 85,8 %.

Следовательно, в парующей почве грибы-супрессоры от начала до конца вегетации являлись доминантами первого ранга, а в почве агроценозов озимых рапса, горчицы сарептской и рыжика уже в фазе стеблевания перешли в ранг абсолютных доминант.

Грибы рода *Fusarium Link* в начале вегетации осенью в почве агроценоза рапса относились к доминантам второго ранга, их обилие составило 23,3 %. В парующей почве и под озимыми горчицей сарептской и рыжиком эти патогенные грибы являлись доминантами первого ранга, их плотность составляла 37,1-47,7 %. Высокое содержание в почве грибов рода *Fusarium Link* свидетельствует о биологической гибкости видов этого рода, позволяющей им вести как сапротрофный, так и патогенный образ жизни, поражая практически все сельскохозяйственные культуры (Горьковенко и др., 2006). Отмечено, что доля содержания этих грибов в фазе 2-4 настоящих листа была выше в тех образцах почвы, где выявлено меньшее обилие

микробицетов *Trichoderma* Pers. в этой фазе (парующая почва и почва агроценоза рыжика).

Анализ образцов почвы, отобранных весной в фазе стеблевания, показал изменение плотности грибов *Fusarium* Link. Показатель обилия этих патогенных микробицетов снизился в образцах всех изученных почв на 17,9-40,7 %, составив в почве агроценозов культур 5,1-7,0 %, в парующей почве – 25,3 %. По достижении растениями культур физиологической спелости плотность грибов *Fusarium* Link во всех образцах почвы незначительно увеличилась (на 1,0-5,9 %). В почве, находящейся под паром, обилие этих микробицетов составило 29,7 %, что выше по сравнению с почвой агроценозов в 2,6-4,0 раз.

Таким образом, в почве, находящейся под паром, грибы *Fusarium* Link в течение вегетации культур являлись доминантами первого ранга, а в почве под изучаемыми озимыми культурами – в фазе стеблевания перешли в ранг доминант второго порядка.

Грибы родов *Cladosporium* Link, *Mucor* Fresen, *Aspergillus* P. Micheli ex Haller и *Penicillium* Link являются обычной составляющей частью почвенного комплекса микробицетов, относятся к условно-патогенным в отношении масличных культур семейства Капустные, т.к. вызывают плесневение семян при их хранении. Показатели обилия этих микробицетов в почве агроценозов культур были невысокими.

Грибы *Penicillium* Link в сочетании с представителями рода *Trichoderma* Pers. свидетельствуют о высокой супрессивности почвы (Горьковенко и др., 2006). Показатель обилия грибов рода *Penicillium* Link изменялся в парующей почве от 1,0 до 8,0 %, горчицы сарептской и рыжика в течение вегетации – от 1,0-1,7 до 12,-2,0 %. Из почвы, занятой под посевом рапса, микробицеты этого рода не выделялись. Так же отмечено отсутствие КОЕ этих микробицетов в почве агроценозов горчицы сарептской и рыжика в фазе стеблевания весной, что может являться следствием их большей чувствительности к низкой температуре воздуха и почвы по сравнению с другими грибами.

Грибы *Aspergillus* P. Micheli ex Haller не выделялись из парующей почвы при отборе образцов в фазе 2-4 настоящих листа, однако к концу вегетации их плотность достигла 16,1 %. В почве агроценозов рапса и горчицы сарептской в начале вегетации культур показатель обилия этих патогенов составил 10,5- 12,9 % против 1,7 % в почве под рыжиком. Весной в фазе стеблевания плотность грибов *Aspergillus* P. Micheli ex Haller снижалась до 1,4-0,6 %, предположительно, так же по причине сильной реакции на низкие температуры воздуха и почвы. Однако к моменту созревания урожая культур показатель обилия микромицетов этого рода повышался в 2,5-3,8 раз, составив 2,0-5,3 %.

Показатели обилия вида *S. herbarum*, напротив, увеличивались от фазы 2-4 настоящих листа до фазы стеблевания на 2,4-13,3 %, составив от 11,0 (в почве агроценоза горчицы сарептской) до 28,0 % (в парующей почве). Исключением являлась почва агроценоза рыжика, где обилие вида к фазе стеблевания культуры уменьшилось на 2,8 %, составив 9,4 %. Анализ почвенных проб, отобранных в фазе желтого стручка, показал снижение содержания КОЕ микромицета во всех почвах до 1,9-3,9 %.

Гриб *M. tucedo* в начале вегетации культур встречался только в почве агроценоза рапса, составив всего 3,4 %. В течение вегетации культуры он больше не выделялся из почвенных образцов. В почве под горчицей сарептской *M. tucedo* появился весной в фазе стеблевания, и до момента созревания культуры его обилие не изменялось, составив 1,0 %. В парующей почве наличие этого микромицета выявлено только в фазе желтого стручка с обилием всего 1,3 %.

Таким образом, в почве агроценозов озимых рапса, горчицы сарептской и рыжика показатели обилия грибов-супрессоров *Trichoderma* Pers. в течение вегетации к моменту созревания культур значительно увеличивались, что позволило отнести их к рангу абсолютных доминант (обилие свыше 50 % от всего количества выделенных микромицетов). В почве, находящейся под паром, эти грибы являлись на протяжении всего периода исследования

доминантами первого ранга. Максимальная доля грибов *Trichoderma Pers.* (85,6 %) и минимальная – грибов *Fusarium Link* (5,1 %) отмечены в почве агроценоза горчицы сарептской озимой, предположительно вследствие действия фенилэтилизотиоцианатов, находящихся в корневых выделениях этой культуры и проявляющих более сильные биофумигационные, дезинфицирующие свойства в отношении патогенных грибов *Fusarium Link* по сравнению с изотиоцианатами, содержащимися в корневых выделениях других озимых масличных культур семейства Капустные.

Из этого следует, что горчица сарептская озимая при выращивании ее на семена способствует лучшему повышению эффективного плодородия почвы по сравнению с рапсом и рыжиком, что позволяет рекомендовать ее для включения в севооборот других сельскохозяйственных культур, не имеющих с ней общих болезней.

Анализ видового состава микокомплекса почвы агроценозов яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика, а также парующей почвы показал, что по численности представителей родов так же, как и в почве агроценозов озимых культур, преобладали грибы-супрессоры *Trichoderma Pers.* и патогенные грибы *Fusarium Link*, которые встречались во всех почвенных образцах (таблица 22, Приложение В.2).

Таблица 22 – Распределение комплекса микромицетов в почве агроценозов яровых масличных культур семейства Капустные по показателю обилия (степная зона Западного Предкавказья, 2020-2022 гг.) (по Сердюк и др., 2023; Сердюк, 2024)

Фаза вегетации культуры	Обилие видов микромицетов±S, % в почве агроценоза					
	под паром	рапса	горчицы сарептской	горчицы белой	горчицы черной	рыжика
1	2	3	4	5	6	7
<i>Trichoderma Pers.</i>						
2-4 настоящих листа	33,1±2,0	47,1±1,8	63,2±3,2	53,5±1,0	62,6±1,6	39,7±1,7

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5	6	7
Желтый стручок	28,6±1,2	49,8±1,0	73,7±2,7	85,4±2,4	64,9±2,0	58,9±2,3
<i>Fusarium</i> Link						
2-4 настоящих листа	46,3±2,4	32,8±0,8	21,9±0,5	36,7±0,8	19,3±0,6	33,9±1,7
Желтый стручок	47,7±2,6	35,8±0,5	19,1±0,4	7,1±1,0	21,1±0,4	22,2±0,7
<i>Penicillium</i> Link						
2-4 настоящих листа	4,4±0,4	0	4,5±0,2	0	2,0±0,3	4,0±1,0
Желтый стручок	6,0±0,7	0	0,4±0,1	0	1,0±0,2	2,8±0,8
<i>Aspergillus</i> P. Micheli ex Haller						
2-4 настоящих листа	3,0±0,3	3,4±0,5	1,6±0,2	2,4±0,6	2,4±0,4	1,6±0,3
Желтый стручок	6,0±0,7	1,5±0,2	0,8±0,1	1,0±0,4	2,0±0,2	5,0±0,2
<i>Cladosporium</i> Link						
2-4 настоящих листа	13,2±2,7	16,7±1,0	7,3±0,6	7,4±0,4	12,7±2,0	19,2±2,2
Желтый стручок	10,0±2,4	11,2±0,5	6,0±0,3	6,5±0,4	11,0±1,0	11,1±0,8
<i>Mucor</i> Fresen						
2-4 настоящих листа	0	0	1,5±0,3	0	1,0±0,2	1,6±0,2
Желтый стручок	1,7±0,2	1,7±0,2	0	0	0	0

В начале вегетации яровых культур (фаза 2-4 настоящих листа) в парующей почве и почве агроценозов рапса и рыжика микромицеты *Trichoderma* Pers. являлись доминантами первого ранга, показатель их обилия составил соответственно 33,1; 47,1 и 39,7 %. А в почве агроценозов горчицы сарептской, горчицы белой и горчицы черной эти микромицеты относились к абсолютным доминантам, показатель их обилия составил 53,5-63,2 %.

К моменту созревания культур доля грибов-супрессоров незначительно снизилась в почве, находящейся под паром (на 4,5 %) и незначительно увеличилась в почве агроценозов рапса и горчицы черной (на 2,3-2,7 %).

В почве агроценозов горчицы сарептской, горчицы белой и рыжика показатель обилия *Trichoderma* Pers. рыжика перешли в ранг абсолютных доминант, так же, как и в почве агроценозов других культур, показатель их обилия составил 58,9 %. В парующей почве и почве под рапсом грибы *Trichoderma* Pers. остались доминантами первого ранга, показатель обилия составил 30,6 и 47,8 % соответственно (Сердюк, 2024).

Обилие грибов рода *Fusarium* Link в начале вегетации яровых культур составляло от 19,3 % в почве агроценоза горчицы черной, до 46,3 % – в парующей почве. Анализ образцов почвы, отобранных в фазе желтого стручка, свидетельствовал об изменении плотности грибов *Fusarium* Link. Показатель обилия этих патогенных микромицетов снизился в почве агроценоза горчицы сарептской, горчицы белой и рыжика, составив 7,1-22,2 %. Наименьшая доля *Fusarium* Link выявлена в почве горчицы белой (7,1 %). В почве, находящейся по паром, рапсом и горчицей черной плотность этих микромицетов незначительно повысилась (на 1,4-3,0 %).

Грибы рода *Penicillium* Link не выявлялись в почве агроценозов рапса и горчицы белой в течение вегетации культур. В остальных образцах почвы их обилие составило 2,0-4,5 % в начале вегетации. В фазе желтого стручка доля этих микромицетов снизилась незначительно в почве агроценозов горчицы черной и рыжика – в 1,4-2,0 раза и значительно – горчицы сарептской (в 11 раз). В парующей почве, наоборот, доля грибов *Penicillium* Link увеличилась в 1,4 раза.

Доля грибов рода *Aspergillus* P. Micheli ex Haller в фазе 2-4 настоящих листа культур во всех почвенных образцах была на одном уровне и составила 1,6-3,4 %. К моменту созревания яровых культур плотность этих микромицетов в почве агроценозов рапса, горчицы сарептской, горчицы белой и горчицы черной снизилась в 1,2-2,4 раза, составив 0,8-2,0 %. В почве, находящейся под

паром и рыжиком обилие грибов *Aspergillus* P. Micheli ex Haller повысилось в 2,0-3,0 раза, составив 5,0-6,0 %.

Плотность вида *C. herbarum* в течение вегетации снижалась в почве агроценозов всех культур, а также в парующей почве, на 0,9-8,1 %, изменяясь от 7,3-19,2 до 6,0-11,2 %.

Гриб *M. musedo* в начале вегетации культур встречался только в почве агроценоза горчицы сарептской, горчицы черной и рыжика, составив всего 1,0-1,6 %. Однако, к моменту созревания гриб выделялся из парующей почвы и почвы агроценоза рапса, составив 1,7 %. В почве агроценозов других культур этот микромицет выявлен не был.

Таким образом, в почве агроценозов яровых горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика показатели обилия грибов *Trichoderma* Pers. к моменту созревания культур увеличивались до 58,9-85,4 %, что позволило отнести их к рангу абсолютных доминант. В парующей почве и почве агроценоза рапса ярового эти грибы являлись на протяжении всего периода исследования доминантами первого ранга (28,6 и 49,8 %). Максимальное увеличение доли грибов *Trichoderma* Pers. (на 31,9 %) и максимальное снижение – грибов *Fusarium* Link (на 29,6 %) отмечены в почве агроценоза горчицы белой, предположительно вследствие действия продуктов распада находящегося в тканях растений горчицы белой синальбина, являющимися более токсичными для патогенной микофлоры по сравнению с изотиоцианатами, содержащимися в корневых выделениях других яровых масличных культур семейства Капустные.

#### **4 ВРЕДНОСНОСТЬ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Поражение растений масличных культур семейства Капустные большинством болезней приводит к снижению их продуктивности, подчас весьма существенному, то есть эти болезни являются для урожая, получаемого с каждого растения, вредоносными.

Для оценки вредоносности болезней растений используются визуальные методы учета, в ходе которых определяются показатели распространенности и развития заболеваний, а также показатели, которые характеризуют ущерб, причиняемый болезнями. Эти данные представляют собой основу для расчета потенциальных потерь урожая.

В своих исследованиях мы усовершенствовали метод проведения мониторинга фитосанитарного состояния посевов рапса, разработанный И.Л. Марковым (1991), и применили его при обследовании посевов других изученных культур. В ходе осуществления мониторинга на каждые 10 га (вместо 50 га) посева отбирали в шахматном порядке 5 (вместо 10) равноудаленных учетных площадок, на которых осматривали по 20 (вместо 10) растений, т.е. всего учитывали по 100 (вместо 20) растений на 10 га (Сердюк, Пивень, 2011). Такой значительный объем выборки необходим для того, чтобы более достоверно оценить распространенность и развитие болезней в посевах культур.

Учет болезней вели на растениях отдельно по каждому симптому (увядание, некрозы) на корнях, стеблях, листьях, ветвях и стручках. При этом в некоторых случаях наблюдали одновременное проявление симптомов нескольких болезней на одном растении.

Кроме этого, при модификации метода И.Л. Маркова (1991) в список фаз вегетации для проведения мониторинга фитосанитарного состояния посевов изучаемых культур нами добавлена фаза зеленого стручка, т.к. именно в этой

фазе отмечают первые симптомы мучнистой росы, ботридиоза, склеротиниоза (таблица 23).

Таблица 23 – Фазы вегетации и учетные органы растений для проведения мониторинга фитосанитарного состояния агроценозов масличных культур семейства Капустные (ориг.)

Фаза вегетации растения	Учетный орган растения	Болезнь
Семядольные листья, 2-4 настоящих листа	Листья, корневая шейка, корень	Фузариоз, фомоз, черная ножка, бактериоз, гетеродез
Розетка	Листья, корневая шейка	Фузариоз, фомоз, черная ножка, бактериоз, гетеродез, пероноспороз
Цветение	Листья, стебель, ветви	Фузариозное и бактериальное увядание, фитоплазмоз, гетеродез, фомоз, пероноспороз, белая ржавчина, альтернариоз
Зеленый стручок	Стебель, ветви, стручки	Фузариозное и бактериальное увядание, гетеродез, фомоз, склеротиниоз, ботридиоз, альтернариоз, мучнистая роса
Желто-зеленый стручок	Стебель, ветви, стручки	Фузариозное и вертициллезное увядание, фомоз, склеротиниоз, ботридиоз, альтернариоз, пепельная гниль

Выбор определенных фаз вегетации основан на биологии патогенов и сроках проявления симптомов болезней на растениях изученных культур. Основной учет доминирующих и опасных болезней рекомендуем проводить в фазе желто-зеленого стручка. Осуществление мониторинга фитосанитарного состояния агроценозов в предложенные фазы вегетации является наиболее оптимальным, а результаты учетов достоверными.

При проведении фитосанитарного мониторинга распространенность болезней мы подразделяется на низкую, среднюю и высокую:

- низкая – поражено до 10,9 % растений в образце;
- средняя – поражено 11,0-50,9 % растений в образце;
- высокая – поражено 51,0 % растений в образце и более (Serdyuk et al., 2020).

Для осуществления учетов мы предложили модифицированные и разработанные нами оригинальные визуальные балльные шкалы, характеризующие степень поражения (от минимальной до максимальной) растений масличных культур семейства Капустные болезнями (Сердюк и др., 2021).

Модификация известных шкал (Марков, 1991) осуществлена по результатам многолетних наблюдений и учетов в отношении следующих болезней: пероноспороз, альтернариоз, фомоз (некрозы на листьях), склеротиниоз, фомоз (на стеблях), альтернариоз (на стручках) и состоит в изменении количества баллов и описании каждого балла для более удобного определения степени поражения растений культур.

Развитие пероноспороза (ложной мучнистой росы), альтернариоза и фомоза (сухой гнили) на листьях масличных культур семейства Капустные вычисляли, используя 6-балльную шкалу:

0 – здоровые листья;

1 балл – поражено (покрыто некрозами) до 10 % поверхности листа;

2 балла – поражено от 11 до 30 % поверхности листа;

3 балла – поражено от 31 до 50 % поверхности листа;

4 балла – поражено от 51 до 70 % поверхности листа;

5 баллов – поражено от 71 % поверхности листа и больше.

Вычисление развития склеротиниоза (белой гнили) на растениях масличных культур семейства Капустные выполняли с использованием шкалы:

0 – растение здоровое;

1 балл – на стебле 1 обесцвеченный некроз длиной до 4 см, возможен ватообразный налет в месте некроза;

2 балла – на стебле 1-2 некроза длиной до 6 см, 1-2 ветви выше некроза обесцвечиваются, высыхают;

3 балла – обесцвеченный некроз длиной до 10 см охватывает весь стебель в нижней или средней части, центральная и 2-3 боковых ветви выше некроза

высыхают. В месте некроза возможно образование склероций на наружной стороне стебля;

4 балла – некроз длиной более 12 см охватывает весь стебель в нижней и средней части, выше некроза все ветви высыхают, в месте некроза ткани стебля размочаливаются, стебель переламывается, снаружи или внутри стебля и корневой шейки – многочисленные склероции.

Для вычисления развития фомоза на стеблях масличных культур семейства Капустные применяли шкалу:

0 – здоровое растение;

1 балл – на стебле единичные пятна черного цвета размером до 3 см;

2 балла – на стебле вытянутые серые пятна размером от 3 до 5-6 см, окруженные темно-пурпурной каймой;

3 балла – на стебле участки поражения сливаются в некротическую поверхность до 10 см и более с наличием пикнид на пораженной поверхности, ткани могут продавливаться;

4 балла – основная часть стебля сухая, светло-серого цвета, с многочисленными пикнидами на поверхности, стебель легко переламывается.

Развитие альтернариоза на стручках масличных культур семейства Капустные вычисляли с использованием шкалы:

0 – здоровый стручок;

1 балл – до 25 % поверхности стручка покрыто черными точечными некрозами;

2 балла – от 26 до 50 % поверхности стручка покрыто некрозами разного размера;

3 балла – от 51 до 75 % поверхности стручка покрыто некрозами разного размера. В местах некрозов визуализируется мицелий гриба;

4 балла – более 75 % поверхности стручка покрыто некрозами разного размера. В местах некрозов визуализируется мицелий гриба.

Для определения интенсивности поражения растений рыжика озимого пероноспорозом нами разработана оригинальная балльная шкала (Сердюк и др.,

2017), так как проявление этой болезни на рыжике отличается от других культур:

0 баллов – здоровое растение;

1 балл – поражено 1-2 ветви. Ветви укорочены. Ветви и листья бледно зеленого цвета, на нижней стороне листьев белый налет, который может появляться на верхней стороне листьев. Цветоносы на больных ветвях не образуются.

2 балла – поражены все ветви растения. Ветви укорочены. Ветви и листья бледно зеленого цвета, на нижней стороне листьев белый налет бледно-зеленого цвета, листья покрыты белым налетом с верхней и нижней стороны. Растение быстро высыхает полностью, становится коричневого цвета. Цветоносы не образуются.

Оригинальная шкала для определения степени поражения растений масличных культур семейства Капустные белой ржавчиной имеет вид:

0 – растение здоровое;

1 балл – уродливые цветоносы с подушечками спороношения патогена находятся на 1 ветви;

2 балла – уродливые цветоносы с подушечками спороношения патогена находятся на 2-3 ветвях;

3 балла – уродливые цветоносы на всех ветвях, полное отсутствие сформированных цветков и стручков.

Для вычисления развития черной ножки на растениях масличных культур семейства Капустные использовали оригинальную шкалу:

0 – гипокотиль (корневая шейка, корень) здоровый, без некрозов, растение имеет тургор;

1 балл – пятна темно-бурого цвета, занимающие до  $\frac{1}{3}$  окружности гипокотилия (корневой шейки, корня);

2 балла – пятна, язвы, занимающие до  $\frac{2}{3}$  окружности гипокотилия (корневой шейки, корня);

3 балла – ткань гипокотилия (корневой шейки, корня) полностью черного цвета, размочаливается. Растение теряет тургор, увядает.

Степень поражения бактериозом семядольных листьев масличных культур семейства Капустные определяли по оригинальной шкале:

0 – семядольный лист зеленый, без признаков пожелтения и увядания;

1 балл – некрозы (пожелтение и обесцвечивание центральной жилки и краев семядольного листа с двух сторон) проявляются от черешка листа, ширина некрозов 1-3 мм (характерный «трезубец»);

2 балла – ширина некрозов 4-7 мм;

3 балла – черешок и основная часть семядольного листа или весь лист засыхают.

Степень поражения растений масличных культур семейства Капустные гетеродезом учитывали по оригинальной шкале:

0 баллов – нематоды в тканях корня не выявлены;

1 балл – до 10 повреждений поверхности корня без потемнения тканей в местах повреждений с наличием взрослых нематод. Растение нормально развивается.

2 балла – кроме повреждений корня отмечаются маленькие белые точки (самки с яйцами) на поверхности корня. Растение нормально развивается.

3 балла – в местах повреждений корня отмечаются некрозы. Нематоды массово выделяются из тканей корня, происходит дополнительное инфицирование возбудителями фузариоза или бактериоза. Растение увядает (стручками).

Независимо от того, симптомы проявления какой формы фитоплазмоза мы отмечали, оригинальная шкала для степени поражения растений болезнью имеет вид:

0 – растение здоровое;

1 балл – уродливые цветки или стручки находятся на 1 ветви;

2 балла – уродливые цветки или стручки находятся на 2-3 ветвях;

3 балла – уродливые цветки или стручки находятся на всех ветвях.

Оригинальная шкала для определения степени поражения растений масличных культур семейства Капустные пепельной гнилью имеет вид:

0 – здоровое растение;

1 балл – на нижней части стебля единичные серые пятна размером до 3 см;

2 балла – пятна увеличиваются и охватывают всю окружность стебля, иногда и корневой шейки, на поверхности появляются многочисленные шаровидные микросклероции;

3 балла – кора пораженных стеблей серого цвета, сухая, трескается и отслаивается, на ней и под ней отмечаются многочисленные микросклероции. Стебель в месте некроза может переламываться.

Степень поражения растений масличных культур семейства Капустные ботридиозом (серой гнилью) учитывали по оригинальной шкале:

0 – растение здоровое;

1 балл – до 20 % пораженных стручков с наличием мицелия на их поверхности;

2 балла – 21-40 % пораженных стручков с наличием мицелия на их поверхности или интенсивное развитие мицелия на широких трещинах стебля длиной более 10 см;

3 балла – 41 % и более пораженных стручков с наличием мицелия на их поверхности или переламывание пораженного стебля с трещиной более 15 см.

Интенсивность поражения растений масличных культур семейства Капустные мучнистой росой учитывали с применением оригинальной шкалы:

0 – растение здоровое;

1 балл – мицелием патогена покрыты отдельные органы или растение полностью, но внутрь тканей патоген не проникает;

2 балла – в местах более плотного скопления мицелия на органах растений образуются темные пятна, проникающие только в поверхностные ткани.

Симптомы проявления мучнистой росы на рыжике озимом отличаются от остальных масличных культур семейства Капустные, поэтому степень

поражения растений рыжика озимого определяли с использованием отдельной оригинальной шкалы:

0 – растение здоровое;

1 балл – белым порошащим мицелием патогена покрыто до 10 % стручков на растении, ветви имеют здоровый вид;

2 балла – мицелием патогена покрыто 10-30 % стручков, верхняя часть 1-2 ветвей покрыта мицелием, искривлена;

3 балла – мицелием патогена покрыто до 50 % стручков, верхняя часть половины ветвей покрыта мицелием патогена, искривлена;

4 балла – мицелием патогена покрыто более 50 % стручков, верхняя часть 2/3 ветвей покрыта мицелием патогена, искривлена.

Интенсивность поражения масличных культур семейства Капустные бактериальным увяданием, начиная с фазы цветения растений, определяли с помощью оригинальной шкалы:

0 – здоровое растение;

1 балл – вдоль стебля проходит полоса зеленовато-коричневого цвета шириной до 1/3 части окружности стебля, начинающаяся от корня или нижней части стебля. Тургор тканей ветвей не меняется;

2 балла – зеленовато-коричневая полоса вдоль стебля занимает до половины окружности стебля, поникают верхушки 1-2 ветвей (с соцветиями или недоразвитыми стручками), ветви осветляются, высыхают;

3 балла – полоса вдоль стебля занимает более половины окружности стебля, обесцвечиваются и высыхают все ветви (с соцветиями или недоразвитыми).

Шкала для вычисления развития фузариозного и вертициллезного увядания растений масличных культур семейства Капустные похожа на шкалу определения степени поражения растений бактериальным увяданием (от 0 до 3 баллов). Выявленное нами отличие состоит в разнице цвета визуально наблюдаемых полос вдоль стебля и наличия в этой шкале 4-го балла степени поражения:

0 – здоровое растение;

1 балл – растения не отстают в росте. Вдоль стебля образуется полоса светло-бежевого цвета разной ширины, начинающаяся от корня или нижней части стебля, также возможно изменение цвета 1-2 ветвей;

2 балла – вдоль стебля светло-бежевая полоса разной ширины, изменяется цвет половины ветвей на светло-бежевый, поникают верхушки ветвей с соцветиями или маленькими стручками;

3 балла – больше половины ветвей светло-бежевого цвета, верхушки ветвей с соцветиями или маленькими стручками поникают, засыхают, стебель усыхает;

4 балла – растение отстает в росте, полностью засыхает, стручки на ветвях не образуются или они недоразвитые.

Используя данные учетов с применением этих шкал, вычисляли развитие болезни по формуле М.Д. Драховской (1962) и подразделяли на низкое, слабое, среднее и сильное:

- низкое – до 10,9 %;
- слабое – 11,0-30,9 %;
- среднее – 31,0-60,9 %;
- сильное – 61,0 % и выше (Serdyuk et al., 2020).

Таким образом, проведение мониторинга фитосанитарного состояния посевов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья в предложенные нами фазы с использованием модифицированных и разработанных нами шкал учета степени поражения растений позволили провести оценку вредоносности изучаемых болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.

Снижение продуктивности (вредоносность) вычисляли для растений, пораженных болезнями с разной степенью, отдельно по каждому баллу поражения (от 1 до 3-4), и подразделяли на:

- низкую вредоносность – до 15,0 %;

- среднюю вредоносность – 15,1-30,0 %;
- высокую вредоносность – 30,1 % и выше.

Данные по фактической и потенциальной вредоносности болезней масличных культур семейства Капустные представлены ниже.

Пероноспороз рыжика озимого. Большинство пораженных растений рыжика не выросло выше 20 см. Листья у таких растений отличались от листьев здоровых растений светло-зеленым цветом, на их нижней стороне отмечен белый налет – спороношение патогена. Цветки, а, следовательно, и стручки на пораженных растениях не образовывались, что отрицательно сказалось на продуктивности растений. При сильном поражении растений рыжика болезнью они быстро высыхали и покрывались белым налетом полностью. При проведении фитосанитарного мониторинга практически все растения были поражены со степенью 2 балла. Вредоносность болезни зависела от количества пораженных растений в посевах.

Черная ножка. Согласно данным проведенного нами фитосанитарного мониторинга, пораженные растения были выявлены только в посевах озимых и яровых рапса и горчицы сарептской в фазах 2-4 настоящих листа и стеблевания. Степень поражения большинства растений при проведении учетов составляла 3 балла, т.к. некрозы за короткое время распространялись по корню и корневой шейке. Больные растения быстро увядали и погибали. Распространенность черной ножки в условиях степной зоны Западного Предкавказья низкая и не превышала 10,0 % в годы исследований, однако вредоносность болезни высокая, так как инфицирование возбудителями болезни приводило к быстрой гибели молодых растений. Таким образом, вредоносность черной ножки зависела от количества пораженных растений рапса и горчицы сарептской в посевах.

Белая ржавчина. Поражение растений яровых рапса и горчицы белой ржавчиной происходило в фазе цветения, в результате чего стручки на некоторых ветвях не образовывались совсем. Поражение рыжика ярового

болезнью отмечалось в начале фазы зеленого стручка, однако пораженные стебли часто высыхали, и семена в стручках не успевали сформироваться.

При максимальной степени поражения культур белой ржавчиной (3 балла) растения не образовывали генеративные органы, вредоносность болезни составила на всех изученных культурах 100 %. Кроме того, и при степени поражения 1 и 2 балла снижение продуктивности растений культур было высоким, вредоносность составила 30,5-32,6 и 59,0-70,0 % соответственно. Средняя вредоносность болезни не различалась между культурами и составила 63,5-67,0 % (таблица 24, Приложение Г.1). Корреляционная связь между степенью поражения растений болезнью и вредоносностью высокая на всех культурах.

Таблица 24 – Вредоносность белой ржавчины при поражении яровых рапса, горчицы белой и рыжика, % (степная зона Западного Предкавказья, 2015-2022 гг.)

Культура	Балл поражения			Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3			
Рапс яровой*	30,5	70,0	100	66,8	0,99	$y = 34,75x - 2,6$
Горчица белая**	32,6	68,4	100	67,0	0,99	$y = 33,7x - 0,4$
Рыжик яровой***	31,5	59,0	100	63,5	0,98	$y = 34,25x - 5$

Примечание: \* - Учеты проведены в 2015, 2017, 2020 гг.;

\*\* - Учеты проведены в 2016, 2019-2020, 2022 гг.;

\*\*\* - Учеты проведены в 2019-2022 гг.

На растениях рыжика озимого отмечались только маленькие «подушечки» со спороношением на листьях, что не приводило к их массовому засыханию. Инфекция не переходила на стебли и стручки, в связи с чем вредоносность болезни для рыжика озимого не установлена.

Бактериальное увядание. Поражение бактериозом масличных культур семейства Капустные в фазах семядольных листьев и 2-4 настоящих листа приводило к гибели растений. При проникновении бактерий внутрь растений в более поздние фазы их развития отмечалось увядание 1-2 ветвей или всего

растения. Негативное влияние болезни на продуктивность семян зависело не только от степени поражения растений, но и от формы культур: озимая или яровая (таблица 25, Приложение Г.2).

Таблица 25 – Вредоносность бактериального увядания при поражении масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2020-2022 гг.)

Культура	Балл поражения			Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3			
Яровая форма						
Рапс	32,0	64,0	82,0	59,3	0,98	$y = 25x + 9,3$
Горчица сарептская	34,6	70,3	90,0	65,0	1,00	$y = 27,7x + 9,5$
Рыжик	30,4	65,0	76,2	57,2	0,99	$y = 22,9x + 11,4$
Озимая форма						
Рапс	18,6	48,6	68,6	45,3	0,99	$y = 25x - 4,7$
Горчица сарептская	22,4	54,7	74,5	50,5	1,00	$y = 26,05x - 1,5$
Рыжик	20,4	46,8	72,6	46,6	0,99	$y = 26,1x - 5,6$

Установлено, что вредоносность болезни на яровых культурах выше по сравнению с озимыми и составила в среднем 57,2-65,0 против 45,3-50,5 % на озимых культурах. При степени поражения 1 балл вредоносность на озимых культурах была средней (от 18,6 до 22,4 %), на яровых – высокой (30,4-34,6 %). При более высокой степени поражения – 2 и 3 балла, вредоносность бактериального увядания на всех культурах была высокой, а сильная связь между степенью поражения и вредоносностью подтверждается коэффициентом простой корреляции.

Гетеродез. Проникая во внутренние ткани корня растений масличных культур семейства Капустные, возбудители болезни, нематоды, вызывали механическое разрушение клеток, что приводило к дополнительному инфицированию корней возбудителями бактериоза, вертициллеза, фузариоза, и

снижение продуктивности растений происходило вследствие поражения грибной или бактериальной инфекцией.

Фитоплазмоз. Фитоплазмы, попадая внутрь растений, вызывали различные уродства органов, и на пораженных болезнью ветвях цветки и стручки разрастались, выглядели гипертрофированно большими, и семена, соответственно, не образовывались, в результате чего семенная продуктивность растений снижалась или совсем отсутствовала (таблица 26, Приложение Г.3).

Таблица 26 – Вредоносность фитоплазмоза при поражении масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2017-2022 гг.)

Культура	Балл поражения			Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3			
Яровая форма						
Рапс*	28,2	54,2	100	60,8	0,98	$y = 35,9x - 11$
Горчица сарептская*	26,4	60,4	100	62,3	0,99	$y = 36,8x - 11,3$
Рыжик***	24,0	48,3	100	57,4	0,98	$y = 38x - 18,5$
Озимая форма						
Рапс*	22,3	53,0	100	58,4	0,99	$y = 38,85x - 19,2$
Горчица сарептская**	20,2	45,2	100	55,1	0,99	$y = 39,9x - 24,6$
Рыжик*	24,0	46,4	100	56,8	1,00	$y = 38x - 19,2$

Примечание: \* - Учеты проведены в 2018-2021 гг.;

\*\* - Учеты проведены в 2018, 2021-2022 гг.;

\*\*\* - Учеты проведены в 2017, 2019, 2021 гг.

Корреляционная связь между баллами поражения растений фитоплазмозом и вредоносностью высокая на всех культурах. Поражение растений озимых культур болезнью снижало продуктивность семян с растения в среднем на 55,1-58,4 %, яровых – на 57,4-62,3 %. При степени поражения 1 балл, вредоносность болезни была средней на всех культурах (20,2-24,0 % на озимых, 24,0-28,2 % на яровых), а начиная с 2 баллов – высокой, достигая 100 % при поражении растений всех форм культур болезнью со степенью поражения 3 балла.

Альтернариоз. Альтернариоз наносит вред масличным культурам семейства Капустные при поражении стручков, а, следовательно, и семян. На одном растении в наших исследованиях выявлялись стручки с разной степенью поражения: от 1 до 4 баллов, причем их количество было, в целом, равномерным у разных растений и культур. Фитоэкспертиза показала, что из больных семян изученных культур выделялись грибы рода *Alternaria* Nees.: *A. brassicicola*, *A. brassicae*, *A. raphani* (таблица 27).

Таблица 27 – Поражение семян масличных культур семейства Капустные возбудителями альтернариоза, % (степная зона Западного Предкавказья, 2014-2018 гг.)

Культура	Количество семян±S, %, пораженных грибом			
	Всего	<i>Alternaria brassicicola</i> (Schw.) Wilts.	<i>Alternaria brassicae</i> (Berk.) Sacc	<i>Alternaria raphani</i> Groves et Skolko
Яровая форма				
Рапс	12,0±2,4	8,0±1,4	4,0±1,0	0
Горчица сарептская	10,6±1,2	6,6±1,4	2,0±0,6	2,0±0,3
Горчица белая	5,0±0,8	4,0±0,7	0	1,0±0,2
Горчица черная	5,0±0,6	4,0±0,8	1,0±0,2	0
Рыжик	2,0±0,3	2,0±0,2	0	0
Озимая форма				
Рапс	18,0±4,3	10,0±3,2	7,0±1,2	1,0±0,2
Горчица сарептская	11,0±3,1	7,0±1,5	3,0±0,6	1,0±0,3
Рыжик	1,5±0,2	1,5±0,2	0	0

Количество семян в разных образцах, пораженных этими видами патогенов, составляло 1,5-10,0; 0-7,0 и 0-1,0 % у озимой формы культур и 2,0-8,0; 0-4,0 и 0-2,0 % у яровой соответственно по видам грибов, т.е. в большинстве случаев из пораженных семян масличных культур семейства

Капустные выделялся гриб *A. brassicicola*, который является наиболее вредоносным для изучаемых культур.

Для изучения влияния альтернариоза на лабораторную всхожесть и масличность семена всех культур были визуалью разделены на группы по степени поражения, контролем служили внешне здоровые семена. На светлоокрашенных семенах озимой и яровой горчицы сарептской и горчицы белой отчетливо видны пораженные ткани, поэтому больные семена этих культур были разделены на три группы: слабая, средняя и сильная степень поражения (рисунок 44).

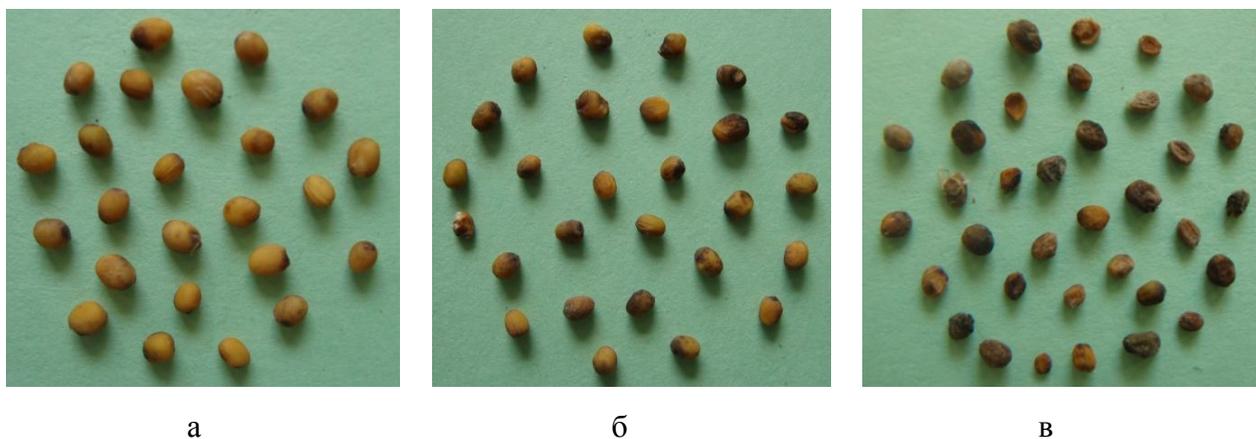


Рисунок 44 – Степень поражения семян горчицы сарептской яровой альтернариозом (ориг.): а) слабая – поражено до 25 % тканей; б) средняя – поражено до 50 % тканей; в) сильная – поражено до 100 % тканей

У озимых и яровых рапса и рыжика, а также горчицы черной все семена были разделены на две группы: визуалью оформленные, с округлыми контурами, свойственными культуре, и с явными признаками поражения семян (полностью или частично высохшие, в результате этого изменившие форму, а у рыжика и горчицы черной – изменившие цвет на черный), так как у этих культур невозможно выделить семена с точечными некрозами из-за их окраски (рисунок 45).

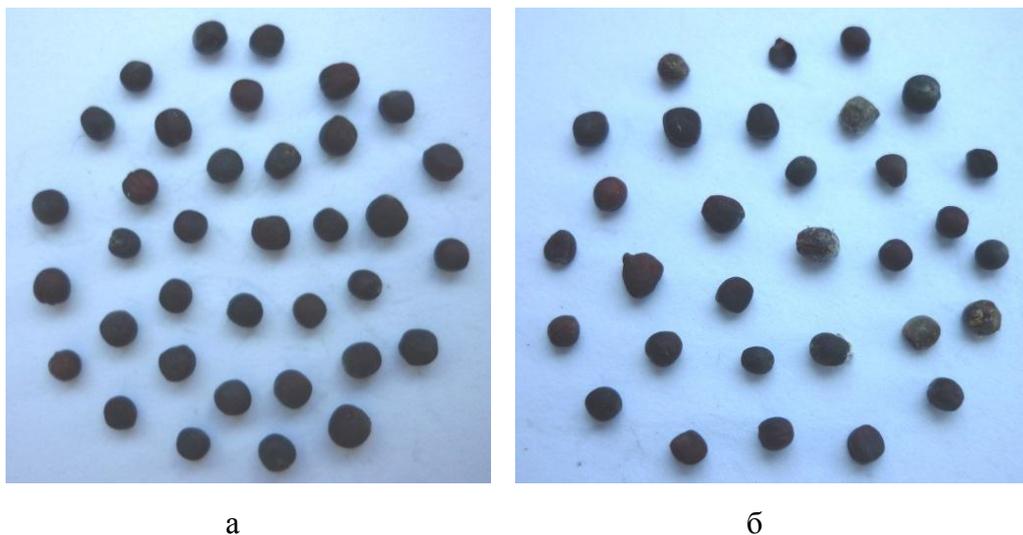


Рисунок 45 – Семена рапса ярового (ориг.):  
 а) визуально здоровые; б) пораженные альтернариозом

Выявлена сильная отрицательная зависимость лабораторной всхожести семян разных видов горчицы от степени их поражения альтернариозом ( $r=-0,96-0,97$ ). Лабораторная всхожесть семян озимой и яровой горчицы сарептской и горчицы белой снижалась в зависимости от степени их поражения в среднем образце. В контрольном варианте, где отобраны семена, визуально без пятен и некрозов, она составила в годы исследований 96,4-98,0 %. В варианте с семенами со слабой степенью поражения поверхности их лабораторная всхожесть снизилась до 75,2-77,3 %. При увеличении степени поражения семян всхожесть их снижалась до 54,3-56,2 % (при средней степени поражения) и до 2,0-4,2 % (при сильной степени поражения семян) (таблица 28).

При определении лабораторной всхожести темноокрашенных семян озимых и яровых рапса и рыжика, а также горчицы черной установлено, что в варианте с визуально здоровыми семенами она была высокой и составила 92,0-97,0 %, в то время как в варианте с семенами, на которых выявлены симптомы поражения альтернариозом (частично или полностью высохшие, деформированные), лабораторная всхожесть была значительно ниже, составив 12,2-25,0 % (таблица 29). Коэффициент корреляции  $r$  у всех культур составил минус 1,00.

Таблица 28 – Влияние альтернариоза на лабораторную всхожесть семян яровой и озимой горчицы сарептской и горчицы белой (степная зона Западного Предкавказья, 2014-2018 гг.)

Культура	Лабораторная всхожесть семян±S, %				Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	визуально здоровые	степень поражения				
		слабая	средняя	сильная		
Яровая форма						
Горчица сарептская	97,2±0,8	76,7±2,3	54,3±2,5	3,0±0,6	-0,97	$y = -30,5x + 134,05$
Горчица белая	98,0±0,6	77,3±3,0	55,6±2,0	4,2±0,3	-0,97	$y = -30,31x + 134,55$
Озимая форма						
Горчица сарептская	96,4±0,2	75,2±2,4	56,2±2,1	2,0±0,2	-0,96	$y = -30,22x + 133$

Таблица 29 – Влияние альтернариоза на лабораторную всхожесть семян горчицы черной, яровых и озимых рапса и рыжика (степная зона Западного Предкавказья, 2014-2018 гг.)

Культура	Лабораторная всхожесть семян±S, %	
	визуально здоровых	с признаками поражения альтернариозом
Яровая форма		
Рапс	92,0±2,4	18,5±1,4
Рыжик	96,0±1,8	10,8±2,2
Горчица черная	95,0±2,0	25,0±1,6
Озимая форма		
Рапс	93,0±3,0	22,0±2,0
Рыжик	97,0±1,0	12,2±1,6

В ходе исследований изучено влияние возбудителей альтернариоза на масличность семян масличных культур семейства Капустные в зависимости от степени их поражения. В результате проведения биохимического анализа семян озимой и яровой горчицы сарептской и горчицы белой, выявлено, что при увеличении степени поражения поверхности семян в среднем образце,

показатели масличности снижались по сравнению со здоровыми семенами: при слабой степени поражения семян – незначительно (на 2,2-3,7 %), далее разница увеличивалась, и при сильной степени поражения масличность семян снижалась существенно (на 18,0-26,6 %), коэффициент простой корреляции составил минус 0,89-минус 0,94 (таблица 30).

Таблица 30 – Влияние альтернариоза на масличность семян яровой и озимой горчицы сарептской и горчицы белой (степная зона Западного Предкавказья, 2014-2018 гг.) (по Сердюк и др., 2019)

Культура	Масличность семян±S, %				Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	визуально здоровые	степень поражения				
		слабая	средняя	сильная		
Яровая форма						
Горчица сарептская	46,7±2,3	43,0±1,2	39,2±0,6	26,1±0,5	-0,94	$y = -6,56x + 55,1$
Горчица белая	28,0±2,0	25,8±0,8	23,0±0,5	10,0±0,3	-0,91	$y = -5,68x + 35,9$
Озимая форма						
Горчица сарептская	47,0±1,8	44,5±1,4	41,0±1,0	20,4±0,8	-0,89	$y = -8,33x + 59,0$

Отрицательное влияние поражения альтернариозом семян на их масличность отмечалось и у рапса, рыжика и горчицы черной, корреляционная связь также сильная отрицательная у всех культур, r= минус 1,00 (таблица 31).

Таблица 31 – Влияние альтернариоза на масличность семян горчицы черной, озимых и яровых рапса и рыжика (степная зона Западного Предкавказья, 2014-2018 гг.) (по Сердюк и др., 2019)

Культура	Масличность семян±S, %	
	визуально здоровых	визуально больных
1	2	3
Яровая форма		
Рапс	47,4±2,3	39,0±0,6

Продолжение таблицы 31

1	2	3
Рыжик	40,5±1,5	39,5±0,4
Горчица черная	40,0±1,0	38,0±0,4
Озимая форма		
Рапс	49,6±2,0	42,1±0,2
Рыжик	40,4±0,8	38,8±0,4

Наибольшее снижение показателей масличности семян по сравнению с визуально здоровыми семенами выявлено у озимого и ярового рапса (на 7,5 и 8,4 % соответственно), наименьшее – у ярового и озимого рыжика (на 1,0-1,6 %).

Фомоз является наиболее распространенной и вредоносной болезнью озимых масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Поражение растений озимых рапса и горчицы сарептской фомозом снижало их продуктивность в среднем на 36,1-37,1 % (таблица 32, Приложение Г.4).

Таблица 32 – Вредоносность фомоза при поражении озимых рапса и горчицы сарептской, % (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2021 гг.) (по Serdyuk et al., 2022)

Культура	Балл поражения				Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3	4			
Рапс озимый	13,2	26,5	48,1	56,7	36,1	0,98	$y = 15,21x - 1,9$
Горчица сарептская озимая	14,1	32,5	45,1	56,6	37,1	0,98	$y = 14,01x + 2,05$

Наименьшая вредоносность болезни на обеих культурах отмечена при степени поражения растений 1 балл – 13,2-14,1 %.

Различия отмечены при степени поражения растений 2 балла: на рапсе вредоносность средняя (26,5 %), на горчице сарептской – высокая (32,5 %). Поражение растений рапса и горчицы болезнью со степенью поражения 3-4

балла привело к значительному снижению продуктивности (на 48,1-56,7 % и 45,1-56,6 % соответственно). Показатели коэффициента простой корреляции подтверждают сильную связь между степенью поражения и вредоносностью болезни.

Пепельная гниль. Вследствие поражения пепельной гнилью озимого и ярового рапса и разных видов яровой горчицы нижняя часть стебля растений становилась хрупкой, стебли легко переламывались в этом месте в фазе созревания. Кроме этого, болезнь вызывала общее увядание больных растений, что отрицательно сказывалось на урожае семян (таблица 33, Приложение Г.5).

Таблица 33 – Вредоносность пепельной гнили при поражении масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Балл поражения				Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3	4			
Яровая форма*							
Рапс	12,4	28,4	32,0	62,2	33,8	0,95	$y = 15,3x - 4,5$
Горчица сарептская	14,6	24,6	30,2	56,6	31,5	0,99	$y = 13,16x - 1,4$
Горчица белая	10,7	22,4	33,4	54,4	30,2	0,98	$y = 14,21x - 5,3$
Озимая форма**							
Рапс	8,8	20,0	26,4	48,0	25,4	0,97	$y = 12,4x - 5,2$

Примечание: \* - Учеты проведены в 2016, 2018, 2022 гг.;

\*\* - Учеты проведены в 2011 г.

Вредоносность пепельной гнили на яровых культурах была выше на 4,8-8,4 % по сравнению с рапсом озимым, т.к. интенсивное проявление болезни отмечалось в фазе желто-зеленого стручка, когда стебли уже физиологически начинали постепенно подсыхать. У растений яровых культур диаметр стеблей гораздо меньше по сравнению с озимыми культурами, и вред от поражения пепельной гнилью им причинялся больший.

Вредоносность болезни была низкой у всех изучаемых культур при степени поражения 1 балл, составив 8,8-14,6 %, средней – 2 балла (20,0-28,4 %). Поражение яровых культур на 3 и 4 балла привело к значительному снижению продуктивности растений – на 30,2-33,4 и 54,4-62,2 % соответственно. У рапса озимого при степени поражения 3 балла вредоносность болезни средняя (26,4 %), 4 балла – высокая так же, как и на яровых культурах – 48,0 %. Корреляционная связь между степенью поражения и вредоносностью болезни высокая на всех изученных культурах. Симптомы пепельной гнили на растениях горчицы черной и рыжика ярового отмечены только в 2022 г., поэтому данные в таблице не представлены.

Склеротиниоз. В условиях степной зоны Западного Предкавказья высокая вредоносность (снижение продуктивности растений) склеротиниоза установлена для озимых масличных культур семейства капустных, составив в среднем 34,7-43,9 %. Вредоносность болезни увеличивалась от низкой при 1 балле (9,7-14,8 %) до высокой при 4 баллах поражения (60,5-70,7 %) (таблица 34, Приложение Г.6).

Таблица 34 – Вредоносность склеротиниоза при поражении масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2016-2022 гг.) (по Serdyuk et al., 2022)

Культура	Балл поражения				Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3	4			
1	2	3	4	5	6	7	8
Яровая форма*							
Рапс	12,6	18,7	34,0	-	21,8	0,97	$y = 10,7x + 0,36$
Горчица сарептская	10,8	20,4	32,2	-	21,1	0,98	$y = 10,7x - 0,26$
Горчица белая	14,6	25,6	37,0	-	25,7	0,99	$y = 11,2x + 3,3$
Горчица черная	10,0	17,0	38,2	-	21,7	0,96	$y = 14,1x - 6,4$
Рыжик	13,7	22,0	36,6	-	24,1	0,99	$y = 11,45x + 1,2$

Продолжение таблицы 34

1	2	3	4	5	6	7	8
Озимая форма**							
Рапс	9,7	26,5	38,3	66,7	35,3	0,98	$y = 18,28x - 10,4$
Горчица сарептская	14,8	34,7	55,4	70,7	43,9	0,97	$y = 18,84x - 3,2$
Рыжик	10,2	28,0	40,0	60,5	34,7	0,98	$y = 16,29x - 6,0$

Примечание: \* - Учеты проведены на рапсе, горчице сарептской, горчице черной, рыжике в 2016-2017, 2020 гг., на горчице белой – 2016, 2018, 2020 гг.

\*\* - Учеты проведены в 2018-2022 гг.

Степень поражения растений яровых масличных культур семейства Капустные склеротиниозом редко превышала 3 балла. Продуктивность растений при 1 балле снижалась на 10,0-14,6 %, достигая максимума при степени поражения 3 балла – 32,2-38,2 %. В среднем вредоносность болезни на яровых культурах составляла 21,1-25,7 %.

Ботридиоз. Болезнь отмечалась только на озимых рапсе и горчице сарептской в годы с резкой сменой температур воздуха весной, повышенной влажностью воздуха и большим количеством осадков в фазе зеленого стручка. Влияние ботридиоза на продуктивность растений в большей мере зависело от количества пораженных стручков (таблица 35, Приложение Г.7). Наличие мицелия возбудителя болезни в трещинах стеблей не приводило к снижению продуктивности растений.

Таблица 35 – Вредоносность ботридиоза при поражении озимых рапса и горчицы сарептской, % (степная зона Западного Предкавказья, 2017, 2020-2021 гг.)

Культура	Балл поражения			Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3			
Рапс озимый	10,0	22,6	67,2	33,3	0,95	$y = 28,6x - 23,9$
Горчица сарептская озимая	8,4	25,4	62,4	32,1	0,99	$y = 27x - 21,9$

Снижение продуктивности растений рапса и горчицы сарептской от болезни в среднем составило 32,1-33,3 %, что значительно ниже по сравнению с многими болезнями. При степени поражения 1 балл вредоносность была низкой (8,4-10,0 %), 2 балла – средней (22,6-25,4 %), а при поражении на максимальный 3 балл – высокой (62,4-67,2 %). Корреляционная связь между степенью поражения и вредоносностью болезни высокая на обеих культурах.

Мучнистая роса рыжика озимого. Пораженные ветви рыжика озимого, покрытые белым густым налетом патогена, быстро засыхали, становились коричневого цвета, часто искривлялись. Семена в стручках на больных ветвях щуплые, с низкой массой 1000 семян. Продуктивность пораженных растений снижалась в зависимости от степени поражения, а вредоносность, соответственно, увеличивалась (таблица 36, Приложение Г.8).

Таблица 36 – Вредоносность мучнистой росы при поражении рыжика озимого, % (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2021 гг.)

Культура	Балл поражения				Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3	4			
Рыжик озимый	16,8	25,4	65,0	84,0	47,8	0,97	$y = 24,12x - 12,5$

Высокая вредоносность мучнистой росы на рыжике озимом отмечена при степени поражения растений 3 и 4 балла, составив 65,0 и 84,0 %. В среднем, вредоносность болезни на культуре также высока и составляла 47,8 %.

Фузариозное увядание. Фузариозное увядание растений отмечалось на яровых культурах и рыжике озимом. Отрицательное влияние болезни на продуктивность растений зависело от степени их поражения (таблица 37, Приложение Г.9).

Установлено резкое отличие между 1 и 2 баллами: при степени поражения 1 балл вредоносность болезни варьировала от низкой на рыжике озимом (12,4 %), яровых рапсе (12,6 %) и рыжике (13,7 %) до средней на горчице сарептской, горчице белой (Трубина и др., 2019) и горчице черной (16,6-22,7 %),

а уже при степени поражения 2 балла вредоносность фузариозного увядания была высокой на всех культурах, составив 30,3-50,1 %.

Таблица 37 – Вредоносность фузариозного увядания при поражении масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2021 гг.) (по Трубина и др., 2019; Сердюк и др., 2023)

Культура	Балл поражения				Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3	4			
Яровая форма*							
Рапс	12,6	43,2	60,4	71,2	46,8	0,97	$y = 19,3x - 1,4$
Горчица сарептская	16,6	50,1	70,1	82,4	54,8	1,00	$y = 21,74x + 0,45$
Горчица белая	22,7	44,8	64,1	87,2	54,7	0,97	$y = 21,28x + 1,5$
Горчица черная	21,3	40,0	78,2	96,0	58,8	0,98	$y = 26,23x - 6,7$
Рыжик	13,7	39,0	71,0	94,2	54,5	0,99	$y = 27,35x - 13,9$
Озимая форма							
Рыжик	12,4	30,3	60,2	75,0	44,4	0,99	$y = 21,77x - 9,9$

При увеличении степени поражения растений вредоносность болезни значительно увеличивалась: до 60,4-78,2 % при поражении 3 балла и до 71,2-96,0 % при поражении растений 4 балла.

Вертициллезное увядание. Болезнь ежегодно отмечалась с низкой распространенностью на рапсе озимом, однако она является потенциально опасной болезнью для культуры. Потери урожая семян рапса с растения от поражения вертициллезным увяданием в среднем по годам исследований были высокими, составив 53,3 % (таблица 38, Приложение Г.10).

Вредоносность вертициллезного увядания увеличивалась от средней при степени поражения 1 балл (15,6 %) до высокой при поражении от 2 до 4 баллов (34,0-96,4). Показатель коэффициента простой корреляции свидетельствует о сильной связи между степенью поражения и вредоносностью болезни на рапсе озимом.

Таблица 38 – Вредоносность вертициллезного увядания при поражении рапса озимого, % (степная зона Западного Предкавказья, 2013-2017 гг.)

Культура	Балл поражения				Средняя	Коэффициент корреляции r	Уравнение регрессии
	1	2	3	4			
Рапс озимый	15,6	34,0	67,2	96,4	53,3	0,99	$y = 27,56x - 15,6$

Следовательно, в годы исследований в условиях степной зоны Западного Предкавказья продуктивность отдельных растений масличных культур семейства Капустные значительно уменьшалась в результате негативного влияния большинства инфекционных болезней, поражающих агроценозы культур в течение вегетации.

В снижении урожая семян в целом в посевах культур, кроме этого, значение имела распространенность болезней, а также количество растений с высокой степенью поражения (3-4 балла). В связи с этим, для яровых масличных культур семейства Капустные наиболее вредоносными из доминирующих болезней являлись фузариозное увядание и альтернариоз, для озимых – фомоз и альтернариоз. Потенциально высокий вред урожаю изученных культур может быть причинен и другими болезнями при условии увеличения их распространенности в посевах.

На основании результатов многолетних исследований, представленных в разделах 3 и 4, все изученные болезни культур по распространенности и вредоносности были разделены на группы (таблица 39).

Таблица 39 – Характеристика болезней масличных культур семейства Капустные в степной зоне Западного Предкавказья (ориг.)

Характеристика болезни	Форма масличных культур семейства Капустные		
	яровая	озимая	озимый рыжик
1	2	3	4
Высокая распространенность, не вредоносная	Пероноспороз Мучнистая роса	Пероноспороз Мучнистая роса	Белая ржавчина

Продолжение таблицы 39

1	2	3	4
Высокая распространённость, вредоносная	Альтернариоз Фузариозное увядание	Альтернариоз Фомоз	Пероноспороз
Средняя распространённость, вредоносная	Не выявлено	Склеротиниоз	Фузариозное увядание Мучнистая роса
Низкая распространённость, вредоносная	Склеротиниоз Фомоз Ботридиоз Фитоплазмоз Гетеродез Бактериоз Вертициллезное увядание Белая ржавчина Чёрная ножка	Ботридиоз Бактериоз Фитоплазмоз Гетеродез Вертициллезное увядание Чёрная ножка	Фитоплазмоз Бактериоз Альтернариоз Склеротиниоз

Для яровых масличных культур семейства Капустные за годы исследований наиболее распространёнными и вредоносными являлись альтернариоз и фузариозное увядание, для озимых – альтернариоз и фомоз. Поражение посевов озимых культур (рапса и горчицы сарептской) склеротиниозом отмечалось ежегодно и, несмотря на среднюю распространённость, приводило к существенному вреду. На рыжике озимом, кроме вредоносных болезней: мучнистой росы и пероноспороза, существенный урон урожаю семян наносило фузариозное увядание, хотя распространённость болезни была средней.

## 5 ОЦЕНКА ПОРАЖАЕМОСТИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ БОЛЕЗНЯМИ КАК ЭЛЕМЕНТ НАУЧНО- ОБОСНОВАННОЙ СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИ ЗАЩИЩЕННЫХ СОРТОВ

Основой селекционного метода защиты посевов сельскохозяйственных культур от болезней является оценка селекционного материала с целью поиска и выделения устойчивых к болезням образцов культур (Доброзракова, 1966; Шашко, 2010), что способствует оптимизации фитосанитарной обстановки в агроценозах и регулированию численности вредных объектов.

Характеристикой абсолютной устойчивости (иммунитета) является отсутствие симптомов болезней на всех растениях образца в условиях среднего или высокого естественного или искусственного инфекционного фона. Чаще всего устойчивость селекционных образцов и сортов (гибридов) культур проявляется не в иммунитете (крайней форме устойчивости), а в разной степени выражения признака.

Оценку селекционного материала сельскохозяйственных культур на выявление иммунных образцов проводят в отношении облигатных паразитов, таких как возбудители ложной мучнистой росы. Устойчивость образцов в этом случае называется вертикальной и является моногенной или олигогенной, причем окружающая среда оказывает слабое влияние на ее проявление (Ван дер Планк, 1972).

Устойчивость образцов к болезням, вызванным факультативными сапротрофами, такими как грибы рода *Fusarium* spp., *Leptosphaeria* spp. или *Alternaria* spp., является горизонтальной, контролируется большим количеством малых генов (полигенный контроль) и, кроме свойств самого селекционного образца, в сильной степени зависит от условий окружающей среды и наличия вирулентного патогена.

По мнению некоторых ученых, у рапса найдены гены (олигогены) устойчивости к фомозу, но возбудители болезни имеют большой потенциал

вирулентности, и сорта с генами устойчивости через 3-4 года становятся восприимчивыми, поэтому оценку необходимо проводить регулярно (Voluevich, 2017; Волуевич, 2017).

В наших исследованиях оценку сортов и селекционного материала озимых рапса и горчицы сарептской, яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика мы проводили на естественном инфекционном фоне с акцентом на годы с высоким инфекционным фоном болезней: на горизонтальную устойчивость к фомозу (озимых рапса и горчицы сарептской) и фузариозному увяданию (яровых культур), на вертикальную устойчивость к пероноспорозу (рыжика озимого). К высокому естественному инфекционному фону мы относили поражаемость изученных культур в целом на участке с распространенностью болезни, достигающей 51,0 % и выше, развитием болезни 31,0 % и выше.

Сорта и образцы подразделяли на непоражаемые, с крайней степенью устойчивости (иммунные –  $P = 0 \%$ ,  $R = 0 \%$ ) и поражаемые в разной степени в конкретных условиях года, поражаемые делили на группы (См. раздел 2.3.1):

- устойчивые –  $P = 0,1-20,9 \%$ ,  $R = 0,1-30,9 \%$ ;
- слабо устойчивые –  $P = 21,0-40,9 \%$ ,  $R = 0,1-60,9 \%$ ;
- слабо восприимчивые –  $P = 41,0-60,9 \%$ ,  $R = 11,0-100 \%$ ;
- восприимчивые –  $P = 61,0-100 \%$ ,  $R = 31,0-100 \%$ .

Оценку селекционных образцов изученных культур на устойчивость к болезням проводили на естественном инфекционном фоне в связи с большим объемом материала.

## **5.1 Иммунологическая оценка сортимента масличных культур семейства Капустные на предмет поражения болезнями**

В результате многолетней оценки в условиях естественного инфекционного фона изученных сортов масличных культур семейства Капустные установлено, что все они являлись слабо устойчивыми к болезням:

озимых рапса и горчицы сарептской – к фомозу, рыжика озимого – к пероноспорозу, яровых культур – к фузариозному увяданию.

Исключение составили устойчивый к фомозу сорт рапса озимого Оливин и устойчивый к фузариозному увяданию сорт горчицы сарептской яровой Галатея, созданные с использованием устойчивого селекционного материала, выделенного нами в ходе исследований (таблица 40).

Таблица 40 – Иммунологическая характеристика сортов масличных культур семейства Капустные к наиболее вредоносным болезням на основе их поражаемости на естественном инфекционном фоне (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Сорт	Период проведения оценки, гг.	Болезнь	Распространенность, %	Развитие, %	Иммунологическая характеристика сорта
1	2	3	4	5	6
Рапс озимый					
Лорис	2011-2022	Фомоз	30,0-40,5	21,0-35,0	Слабо устойчивый
Меот	2011-2017	Фомоз	35,5-40,0	21,0-48,8	Слабо устойчивый
Элвис	2011-2022	Фомоз	30,0-39,0	21,0-40,9	Слабо устойчивый
Дракон	2011-2018	Фомоз	30,0-40,8	22,0-39,0	Слабо устойчивый
Метеор	2011-2017	Фомоз	31,0-38,6	23,0-36,0	Слабо устойчивый
Акцент	2014-2022	Фомоз	35,4-36,6	21,0-32,0	Слабо устойчивый
Сармат	2015-2022	Фомоз	30,0-40,6	22,0-40,0	Слабо устойчивый
Селегор	2016-2022	Фомоз	36,4-39,6	20,0-37,6	Слабо устойчивый
Оливин	2020-2022	Фомоз	10,5-20,0	1,7-18,6	Устойчивый
Горчица сарептская озимая					
Джуна	2011-2022	Фомоз	32,0-38,5	22,0-36,4	Слабо устойчивый
Вьюжанка	2017-2022	Фомоз	30,0-40,5	21,0-37,0	Слабо устойчивый

Продолжение таблицы 40

1	2	3	4	5	6
Рыжик озимый					
Карат	2015-2022	Пероноспороз	34,0-40,0	21,0-34,2	Слабо устойчивый
Рапс яровой					
Таврион	2011-2022	Фузариозное увядание	31,6-38,0	21,0-40,9	Слабо устойчивый
Викинг-ВНИИМК	2011-2022	Фузариозное увядание	30,0-38,5	21,0-40,9	Слабо устойчивый
Галант	2011-2022	Фузариозное увядание	34,0-39,5	24,6-38,4	Слабо устойчивый
Амулет	2011-2022	Фузариозное увядание	30,0-38,5	21,0-34,0	Слабо устойчивый
Баланс	2016-2022	Фузариозное увядание	35,0-36,4	22,0-30,0	Слабо устойчивый
Дуэт	2016-2022	Фузариозное увядание	30,0-38,0	21,0-32,4	Слабо устойчивый
Крис	2017-2022	Фузариозное увядание	32,0-34,8	23,0-37,6	Слабо устойчивый
Руян	2017-2022	Фузариозное увядание	36,0-39,5	21,0-34,2	Слабо устойчивый
Горчица сарептская яровая					
Золушка	2011-2019	Фузариозное увядание	38,0-40,5	21,0-40,9	Слабо устойчивый
Росинка	2011-2018	Фузариозное увядание	36,0-40,0	22,0-40,8	Слабо устойчивый
Ника	2011-2022	Фузариозное увядание	32,0-39,5	21,0-34,0	Слабо устойчивый
Юнона	2014-2022	Фузариозное увядание	30,0-38,0	24,0-32,6	Слабо устойчивый
Горлинка	2018-2022	Фузариозное увядание	30,6-40,5	21,0-40,9	Слабо устойчивый
Галатейя	2021-2022	Фузариозное увядание	12,4-20,2	2,4-16,0	Устойчивый
Горчица белая					
Радуга	2011-2022	Фузариозное увядание	30,0-40,0	22,0-30,0	Слабо устойчивый
Колла	2011-2022	Фузариозное увядание	32,0-36,0	26,0-34,0	Слабо устойчивый
Руслана	2015-2022	Фузариозное увядание	30,0-40,0	22,0-32,0	Слабо устойчивый
Горчица черная					
Ниагара	2011-2022	Фузариозное увядание	34,0-36,0	25,6-38,6	Слабо устойчивый
Рыжик яровой					
Кристалл	2017-2022	Фузариозное увядание	36,0-39,6	21,0-34,0	Слабо устойчивый

Ввиду этого, оценка материала этих культур с целью поиска доноров устойчивости к вредоносным болезням является важной и неотъемлемой частью селекционного процесса создания новых конкурентоспособных сортов культур.

## **5.2 Оценка селекционного материала масличных культур семейства Капустные селекции ВНИИМК на устойчивость к болезням в полевых условиях на естественном инфекционном фоне**

В соответствии с научно-обоснованной стратегией использования генетически защищенных сортов первостепенное значение играет фитосанитарная оценка селекционного материала. Во ВНИИМК проводится многолетняя селекционная работа по созданию конкурентоспособных высокоурожайных, высокомасличных, устойчивых к поражению болезнями сортов и гибридов озимых и яровых масличных культур семейства Капустные.

Рыжик озимый является перспективной масличной культурой из-за возможности возделывать его в разных почвенно-климатических условиях вследствие его неприхотливости к погодным условиям и скороспелости.

Селекция рыжика озимого во ВНИИМК направлена не только на повышение урожайности семян культуры, но и на его устойчивость к патогенам, снижающим качественные и количественные показатели урожая.

Оценку селекционных сортообразцов рыжика озимого проводили на устойчивость к опасной болезни этой культуры в условиях степной зоны Западного Предкавказья – пероноспорозу. Единичные растения рыжика озимого с симптомами пероноспороза выявлены в 2015 г., а уже с 2016 г. эта болезнь в условиях степной зоны Западного Предкавказья являлась наиболее распространенной и вредоносной на культуре. Возбудитель болезни, грибоподобный организм *H. brassicae*, относится к облигатным паразитам, следовательно, возможно выделение не только устойчивых к болезни образцов,

но и иммунных. Оценку селекционного материала рыжика озимого проводили только на устойчивость к виду патогена без определения расового состава.

Основной учет поражения образцов рыжика пероноспорозом проводили в фазе стеблевания, далее количество больных растений не увеличивалось. Установлено, что в 2016-2017 гг. прохладные и влажные метеорологические условия в марте-апреле (средняя температура воздуха 8,5-14,7 °С, ГТК > 1,5) благоприятствовали развитию грибоподобного организма *H. brassicae*.

Оценка селекционных образцов рыжика озимого на устойчивость к пероноспорозу показала, что в 2016 и 2017 гг. все образцы распределились на группы: устойчивые, слабо устойчивые, слабо восприимчивые и восприимчивые по показателям распространенности болезни (таблица 41).

Таблица 41 – Устойчивость селекционных образцов рыжика озимого к пероноспорозу (степная зона Западного Предкавказья, 2016-2017 гг.) (по Сердюк, и др., 2017)

Устойчивость образца	Распространенность болезни на образце, %	Количество образцов по группам устойчивости к пероноспорозу, шт./%	
		2016 г.	2017 г.
иммунный	0	5/2	3/1
устойчивый	0,1-20,9	230/92	235/94
слабо устойчивый	21,0-40,9	10/4	5/2
слабо восприимчивый	41,0-60,9	5/2	0
восприимчивый	61,0 и выше	0	8/3

Расчет развития болезни на образцах рыжика не проводили, т.к. на всех пораженных с разной интенсивностью растениях не формировались генеративные органы и, соответственно, не образовывались семена, т.е. вредоносным являлось любое развитие пероноспороза.

В результате исследований выделены образцы рыжика без симптомов проявления болезни на растениях. В условиях 2016 г. иммунные свойства к

поражению возбудителем пероноспороза проявили пять образцов, что составляет 2 % от общего числа обследованных образцов рыжика. Большинство образцов показали себя устойчивыми к пероноспорозу (92 %). Распространенность болезни на них составляла 1,0-20,9 %. Остальные образцы являлись слабо устойчивыми и слабо восприимчивыми (4 и 2 % соответственно). Восприимчивых к болезни образцов рыжика отмечено не было.

В 2017 г. общее процентное соотношение образцов, относящихся к разным группам устойчивости, не изменилось по сравнению с 2016 г.: количество устойчивых к пероноспорозу составило 94 %, иммунных – 1 %. Иммунные свойства проявили три образца. Количество слабо устойчивых образцов уменьшилось в 2 раза, составив 2 %, а слабо восприимчивых номеров отмечено не было. Однако в 2017 г. впервые выявлены восприимчивые к пероноспорозу номера. Их процентное соотношение к общему числу обследованных образцов составило 3 %, что может свидетельствовать о повышении агрессивности возбудителя болезни по отношению к рыжику.

В 2018 г. для дальнейшего изучения сформирован отдельный питомник (Сердюк, 2018), в который входили селекционные образцы рыжика озимого, проявившие себя в предыдущие годы, как слабо восприимчивые и восприимчивые (распространенность пероноспороза составляла 41,0-87,3 %), устойчивые (распространенность болезни 5,0-10,0 %) и иммунные к болезни (распространенность болезни 0 %).

Развитию *H. brassicae* на растениях рыжика озимого в 2018 г., так же, как и в предыдущие 2016-2017 гг., благоприятствовали прохладные и влажные метеорологические условия в марте-апреле (средняя температура воздуха составила 6,3-13,8 °С, ГТК > 1,2). При оценке поражения образцов рыжика озимого болезнью в сформированном питомнике в 2018 г. установлено, что из 13 слабо восприимчивых и восприимчивых в прошлые годы образцов таковыми остались только 8 образцов с распространенностью болезни 35,8-41,5 %. На контрольном образце рыжика № 720 (восприимчивый образец)

отмечена наибольшая распространенность болезни в 2018 г. – 41,5 % (Serdyuk et al., 2020) (таблица 42).

Таблица 42 – Устойчивость селекционных образцов рыжика озимого к пероноспорозу, (степная зона Западного Предкавказья, 2018 г.) (по Serdyuk et al., 2020)

Степень устойчивости образцов (по 2016-2017 гг.)	Количество образцов в 2018 г., шт.	Распространенность болезни, %
Слабо восприимчивые и восприимчивые	8	35,8-41,5
№ 720 –восприимчивый, контроль	1	41,5
Устойчивые	8	3,6-4,4
Иммунные	3	0
	5	0,8-1,7
Сорт Козырь – устойчивый, контроль	-	0

Из подавляющего большинства устойчивых в 2016-2017 гг. образцов к этой группе в 2018 г. относились также только восемь, остальные показали себя слабо устойчивыми и слабо восприимчивыми.

Из восьми иммунных в 2016 и 2017 гг. образцов свои свойства сохранили три образца, а на остальных распространенность болезни достигала 1,7 %. На контроле, устойчивом к болезни сорте Козырь селекции Пензенского НИИСХ, (Прахова, 2015) признаков болезни так же не отмечено.

В 2019 г. на трех иммунных в предыдущие годы образцах не отмечено признаков проявления пероноспороза, при том, что распространенность болезни на остальных пяти образцах рыжика резко увеличилась, составив 20,0-26,0 %.

Анализ урожайности семян рыжика озимого показал, что все выделенные образцы существенно превышали сорт Карат (стандарт по хозяйственно ценным признакам) по этому показателю в оба года исследования: в 2018 г. на 0,23-0,34 т/га, в 2019 г. – на 0,25-0,34 т/га (таблица 43).

Таблица 43 – Урожайность иммунных к пероноспорозу селекционных образцов рыжика озимого (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2019 гг.) (по Serdyuk et al., 2020)

Образец	Урожайность семян			
	2018 г.		2019 г.	
	т/га	± к стандарту	т/га	± к стандарту
728/18	1,99	+ 0,23	1,93	+ 0,25
730/18	2,08	+ 0,32	1,96	+ 0,28
738/18	2,10	+ 0,34	2,02	+ 0,34
Карат (сорт-стандарт по хозяйственно ценным признакам)	1,76	–	1,68	–
НСР <sub>05</sub>	0,22	–	0,20	–

Масличность семян иммунных в течение четырех лет исследований к пероноспорозу образцов рыжика озимого также существенно превышала сорт-стандарт в оба года исследования: в 2018 г. на 0,2-0,5 %, в 2019 г. – на 0,3-0,4 % (таблица 44).

Таблица 44 – Масличность семян иммунных к пероноспорозу селекционных образцов рыжика озимого (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2019 гг.) (по Serdyuk et al., 2020)

Образец	Масличность семян			
	2018 г.		2019 г.	
	%	± к стандарту	%	± к стандарту
728/18	40,2	+ 0,4	39,8	+ 0,4
730/18	40,0	+ 0,2	39,8	+ 0,4
738/18	40,3	+ 0,5	39,7	+ 0,3
Карат (сорт-стандарт по хозяйственно ценным признакам)	39,8	–	39,4	–
НСР <sub>05</sub>	0,1	–	0,2	–

Таким образом, выделенные иммунные к пероноспорозу образцы рыжика озимого существенно превышали по урожайности и масличности сорт-стандарт Карат и, являясь ценным материалом, включены в селекционную работу по созданию новых сортов культуры.

В условиях степной зоны Западного Предкавказья фомоз наносит ощутимый вред урожаю озимых рапса и горчицы сарептской (Serdyuk et al., 2020; Сердюк, Горлова, 2023). К методам защиты агроценозов масличных культур семейства Капустные относится селекционный метод, основой которого является возделывание устойчивых к болезни сортов и гибридов.

Обследование фитосанитарного состояния агроценозов озимых рапса и горчицы сарептской в условиях степной зоны Западного Предкавказья, осуществленное в 2014-2016 гг. при ГТК=1,4-1,6, относительной влажности воздуха 59-66 %, продемонстрировало высокую вариабельность распространенности болезни на рапсе озимом: от низкой (5,0-10,0 %) до высокой (68,0-81,5 %) (таблица 45).

Таблица 45 – Пораженность селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской фомозом (степная зона Западного Предкавказья, 2014-2016 гг.)

Год	Пораженность образцов культуры фомозом			
	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
	Распространенность, %	Развитие, %	Распространенность, %	Развитие, %
2014	5,0-81,5	2,5-44,3	10,0-67,0	5,0-31,0
2015	10,0-68,0	3,2-32,6	5,0-48,6	2,5-26,5
2016	10,0-77,5	2,5-40,2	10,0-47,8	5,0-25,8

Показатели развития болезни в посевах рапса колебались от низких (2,5-3,2 %) до средних (32,6-44,3 %) значений. Распространенность фомоза в селекционных питомниках горчицы сарептской озимой в 2014 г. варьировала от низкой (10,0 %) до высокой (67,0 %), а в 2015-2016 гг. – от низкой (5,0-10,0 %) до средней (47,8-48,6 %). Развитие болезни на культуре во все годы исследований не превысило средних показателей – 25,8-31,0 %.

Ввиду того, что в 2015-2016 гг. естественный фон фомоза в посевах горчицы сарептской озимой был средним, оценка селекционного материала культуры осуществлялась только в 2014 г. на высоком фоне поражения растений горчицы болезнью. В результате проведенной оценки выявлено отсутствие иммунных к фомозу образцов озимых рапса и горчицы сарептской (таблица 46).

Таблица 46 – Устойчивость селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу (степная зона Западного Предкавказья, 2014-2016 гг.)

Год	Количество образцов, %				
	иммунных	устойчивых	слабо устойчивых	слабо восприимчивых	восприимчивых
Рапс озимый					
2014	0	11	41	30	18
2015	0	8	26	41	25
2016	0	6	45	32	17
Горчица сарептская озимая					
2014	0	5	64	19	12

На высоком фоне распространенности и среднем – развития фомоза на рапсе озимом отобраны устойчивые к болезни образцы со степенью поражения 1-2 балла, их количество составило 6-11 %, причем 4 % (16 образцов) проявляли устойчивость к фомозу в течение всех лет исследований. Они переданы в использование в селекционном процессе по созданию новых сортов рапса озимого.

Все остальные образцы рапса озимого проявляли себя как слабо устойчивые (26-45 % образцов), слабо восприимчивые (30-41 % образцов) и восприимчивые (17-25 % образцов).

При обследовании селекционного материала горчицы сарептской озимой в 2014 г. также отобраны образцы, устойчивые к фомозу. Их количество составило 5 % от общего количества обследованных образцов. Основная часть

сортообразцов являлась слабо устойчивой со степенью поражения 3-4 балла (64 % от общего количества образцов), остальные проявили себя слабо восприимчивыми (19 %) и восприимчивыми (12 %).

В ходе проведения оценки не выделены образцы культур, превышающие по урожайности сорта-стандарты по хозяйственно ценным признакам.

Исследования по выявлению устойчивых к фомозу образцов озимых рапса и горчицы сарептской продолжены в 2018-2020 гг. (таблица 47) при сочетании увлажнения среды за период с первой декады мая по вторую декаду июля от недостаточного до оптимального ( $GTK=0,7-1,0$ ) и относительной влажности воздуха, благоприятной для развития патогенов (59-66 %).

Таблица 47 – Пораженность современных селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской фомозом (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.) (по Serdyuk et al., 2020)

Год	Пораженность образцов культуры фомозом			
	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
	Распространенность, %	Развитие, %	Распространенность, %	Развитие, %
2018	2,5-67,5	0,6-31,9	10,0-62,0	5,0-29,0
2019	10,0-72,0	3,6-30,4	5,0-77,0	2,5-37,0
2020	10,0-80,0	2,5-43,2	5,0-63,0	1,3-31,2

В результате обследований фитосанитарного состояния селекционного материала установлено, что распространенность болезни на рапсе и горчице сарептской варьировала от низкой (2,5-10,0 и 5,0-10,0 % соответственно) до высокой (67,5-80,0 и 62,0-77,0 % соответственно), а развитие болезни – от низкого (0,6-3,6 и 1,3-5,0 % соответственно) до среднего (31,9-43,2 и 29,0-37,0 % соответственно).

В результате проведенной оценки селекционного материала рапса и горчицы на устойчивость к фомозу в полевых условиях во все годы

исследований установлено отсутствие иммунных к болезни образцов. Все образцы в той или иной степени были поражены фомозом (таблица 48).

Таблица 48 – Устойчивость современных селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.) (по Serdyuk et al., 2020)

Год	Количество образцов, %				
	иммунных	устойчивых	слабо устойчивых	слабо восприимчивых	восприимчивых
Рапс озимый					
2018	0	10	39	28	23
2019	0	9	38	35	18
2020	0	12	33	40	15
Горчица сарептская озимая					
2018	0	5	63	11	15
2019	0	3	47	32	18
2020	0	6	55	30	9

На высоком фоне распространенности и развития фомоза во все годы исследований выявлены устойчивые к болезни образцы рапса озимого, их количество составило всего 9-12 % от общего количества обследованных образцов.

Все остальные образцы проявили себя слабо устойчивыми (33-39 % образцов), слабо восприимчивыми (28-40 % образцов) и восприимчивыми со степенью поражения 7-9 баллов (15-23 % образцов).

При обследовании горчицы сарептской озимой во все годы исследований также отобраны образцы, устойчивые к фомозу. Их количество ниже по сравнению с рапсом – 3-6 % от общего количества обследованных образцов. Основная часть образцов являлась слабо устойчивыми (47-63 % от общего количества образцов). Остальные образцы в годы исследований проявили себя как слабо восприимчивые (11-30 %) и восприимчивые (9-18 %).

Анализ некоторых продуктивных качеств семян устойчивых к фомозу образцов озимых рапса и горчицы сарептской показал, что некоторые из них существенно превышали сорта-стандарты по урожайности, а отдельные образцы горчицы – и по масличности семян в годы проведения исследований (таблица 49).

Таблица 49 – Хозяйственная характеристика лучших современных селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской, устойчивых к фомозу (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

Образец	Р*	R**	Урожайность семян		t-критерий факт.***	Масличность семян		t-критерий факт.***
			т/га	± к ст.		%	± к ст.	
Рапс озимый								
323/18	15,0	3,8	3,78	+ 0,63	3,45	48,1	+ 0,5	2,70
332/18	20,0	6,3	3,70	+ 0,55	3,22	48,4	+ 0,8	2,75
334/18	18,0	5,0	3,62	+ 0,47	3,04	48,3	+ 0,7	2,73
Лорис (стандарт по хозяйственно ценным признакам)	–	–	3,15	–	–	47,6	–	–
Горчица сарептская озимая								
305/18	15,0	6,3	2,68	+ 0,54	3,00	47,2	+ 0,8	2,78
326/18	17,5	8,1	2,37	+ 0,23	2,82	48,3	+ 1,9	3,03
Джуна (стандарт по хозяйственно ценным признакам)	–	–	2,14	–	–	46,4	–	–

Примечание: \* – Распространенность болезни, %;

\*\* – Развитие болезни, %;

\*\*\* –  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Сравнение со стандартом по степени поражения растений фомозом не проводили ввиду того, что сорт-стандарт по хозяйственно ценным признакам не является стандартом при фитопатологической оценке.

Значения фактического t-критерия указывают на то, что урожайность отобранных образцов рапса озимого существенно превысила сорт-стандарт

Лорис (на 0,47-0,63 т/га) и составила 3,62-3,78 т/га. Показатели масличности семян этих образцов превысили стандарт незначительно – на 0,5-0,7 % и составили 48,1-48,4 %.

У горчицы сарептской озимой выделилось два образца, в течение периода исследований значительно превысивших сорт-стандарт Джуна по урожайности (на 0,23-0,54 т/га), составив 2,37-2,68 т/г, и по масличности семян (на 0,8-1,9 %), составив 47,2-48,3 %.

В 2019-2021 гг. при сочетании увлажнения среды от недостаточного до оптимального (ГТК=0,8-1,1) и высокой относительной влажности воздуха (62-71 %) проведено обследование фитосанитарного состояния высокоолеиновых линий (HOLL – High Oleic Low Linolenic) рапса озимого селекции ВНИИМК с содержанием олеиновой кислоты в масле семян 77,5-79,5 % (Serdyuk, Gorlova, 2022). Выявлено, что на отдельных HOLL линиях рапса озимого распространенность фомоза в 2019-2020 гг. достигала среднего уровня – 25,0-30,0 %. На большинстве линий в эти годы, а также на всех образцах в 2021 г. распространенность болезни не превышала 20,0 %. Развитие болезни во все годы варьировало от низкого до среднего и составляло 0,6-20,0 % (таблица 50).

Таблица 50 – Пораженность стандартных образцов (ST-образцы) и высокоолеиновых (HOLL) линий рапса озимого фомозом (степная зона Западного Предкавказья, 2019-2021 гг.) (по Serdyuk, Gorlova, 2022)

Год	Пораженность образцов культуры фомозом			
	ST-образцы		HOLL линии	
	Распространенность, %	Развитие, %	Распространенность, %	Развитие, %
2019	10,0-72,0	3,6-34,4	5,0-25,0	2,5-20,0
2020	10,0-80,0	2,5-43,2	2,5-30,0	0,6-20,0
2021	20,0-60,0	3,1-47,5	5,0-20,0	5,0-18,0

Распространенность фомоза на стандартных образцах (ST-образцах) с содержанием олеиновой кислоты в масле семян 64,8-65,6 % за годы

исследований была значительно выше и варьировала от низкой до высокой (от 10,0 до 80,0 %), а развитие болезни – от низкого до среднего (от 2,5 до 47,5 %).

Оценка селекционного материала рапса озимого показала отсутствие иммунных к фомозу как ST-образцов, так и HOLL линий. Все образцы и линии в разной степени были поражены болезнью (таблица 51).

Таблица 51 – Устойчивость стандартных образцов (ST-образцы) и высокоолеиновых (HOLL) линий рапса озимого к фомозу (степная зона Западного Предкавказья, 2019-2021 гг.) (по Serdyuk, Gorlova, 2022)

Год	Количество образцов, %				
	иммунных	устойчивых	слабо устойчивых	слабо восприимчивых	восприимчивых
ST-образцы рапса озимого					
2019	0	10	36	41	13
2020	0	9	38	35	18
2021	0	12	33	40	15
HOLL линии рапса озимого					
2019	0	96	4	0	0
2020	0	97	3	0	0
2021	0	100	0	0	0

На естественном инфекционном фоне фомоза за годы исследований на ST-образцах рапса озимого выявлены устойчивые к болезни образцы, в количестве 9-12 %. Все остальные образцы показали себя слабо устойчивыми (33-38 %), слабо восприимчивыми (35-41 %) и восприимчивыми (13-18 %).

Количество устойчивых HOLL линий рапса в годы исследований составило 96-100 %. Лишь незначительное количество линий являлись слабо устойчивыми в 2019-2020 гг. (3-4 %). В 2021 г. все HOLL линии рапса проявили устойчивость к болезни.

Следовательно, высокоолеиновые линии рапса озимого поражались фомозом значительно ниже в сравнении с стандартными по содержанию

олеиновой кислоты в масле семян образцами. Количество устойчивых HOLL линий рапса составило 96-100 %, ST-образцов – 9-12 %.

Таким образом, полевая оценка озимых рапса и горчицы сарептской на естественном инфекционном фоне фомоза с применением разработанной нами шкалы степени поражения селекционного материала к болезни позволила выделить перспективные сортообразцы культур для передачи их старшие питомники и использования в качестве доноров устойчивости к болезни в селекционной работе при создании новых перспективных сортов озимых масличных культур семейства Капустные.

В связи с тем, что наиболее опасной болезнью для яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика в условиях степной зоны Западного Предкавказья является фузариоз в виде трахеомикозного увядания растений, оценку селекционных образцов проводили на устойчивость к этой болезни. Ввиду того, что грибы рода *Fusarium* Link., вызывающие болезни растений, не являются облигатными паразитами, невозможно создать сорта, иммунные к фузариозному увяданию, т.е. селекция масличных культур проводится не на вертикальную, а только на горизонтальную устойчивость, которая зависит, кроме качеств растения-хозяина и свойств патогена, еще и от погодных условий (Ван дер Планк, 1972). При возникновении благоприятных для интенсивного развития возбудителей фузариоза погодных условий возможно резкое увеличение распространенности и развития болезни (Сердюк и др., 2017).

В результате обследований фитосанитарного состояния селекционных образцов рапса и горчицы в 2013-2015 гг. при разном уровне увлажнения территории: от недостаточного до избыточного (ГТК=0,8-1,6) и благоприятной для развития фитопатогенов относительной влажности воздуха (56-62 %) установлено, что распространенность и развитие фузариоза в виде фузариозного увядания за эти годы были различными (таблица 52).

Таблица 52 – Пораженность селекционных образцов яровых рапса и горчицы сарептской фузариозным увяданием (степная зона Западного Предкавказья, 2013-2015 гг.)

Год	Пораженность образцов культуры фузариозным увяданием			
	Рапс яровой		Горчица сарептская яровая	
	Распространенность, %	Развитие, %	Распространенность, %	Развитие, %
2013	30,5-98,8	11,0-62,4	16,5-45,6	11,0-22,5
2014	4,2-35,0	1,3-23,2	1,5-35,0	1,6-16,5
2015	5,0-73,4	4,0-65,0	6,3-58,0	4,0-57,2

В 2013 г. распространенность фузариозного увядания на рапсе была средней и высокой, составив 30,5-98,8 %; развитие болезни – на разных образцах варьировало от слабого до сильного, составив 11,0-62,4 %. На горчице распространенность болезни была средней – 16,5-45,6 %, развитие болезни – слабым и не превысило 22,5 %.

В 2014 г. распространенность и развитие фузариозного увядания были на более низком уровне по сравнению с 2013 г. Распространенность болезни на обеих культурах была низкой и средней и не превысила 35,0 %, развитие – от низкого до слабого, не превышая 23,2 %.

В 2015 г. показатели распространенности фузариозного увядания на культурах увеличились по сравнению с 2014 г., она варьировала от низкой до высокой, составив 5,0-73,4 % на рапсе и от низкой до высокой (6,3-58,0 %) на горчице сарептской. Развитие болезни на рапсе также имело широкий диапазон и изменялось от низкого до высокого (4,0-65,0 %). На горчице развитие болезни также изменялось: от низкого до среднего, составив 4,0-57,2 %.

Высокий и средний уровень естественного инфекционного фона фузариозного увядания в эти годы позволил выявить разный по устойчивости селекционный материал рапса и горчицы сарептской в результате проведенной оценки (таблица 53).

Таблица 53 – Устойчивость селекционных образцов яровых рапса и горчицы сарептской к фузариозному увяданию (степная зона Западного Предкавказья, 2013-2015 гг.)

Год	Количество образцов, %				
	иммунных	устойчивых	слабо устойчивых	слабо восприимчивых	восприимчивых
Рапс яровой					
2013	0	0	12	33	55
2014	0	80	20	0	0
2015	0	31	46	19	4
Горчица сарептская яровая					
2013	0	15	79	6	0
2014	0	78	20	2	0
2015	0	35	57	8	0

В 2013 г. на высоком фоне распространенности и развития фузариозного увядания иммунных и устойчивых к болезни образцов рапса отмечено не было. Все образцы проявили себя как слабо устойчивые, слабо восприимчивые и восприимчивые. Большинство образцов рапса являлись восприимчивыми к болезни (55 % от общего количества образцов). У горчицы сарептской на среднем фоне распространенности и развития фузариозного увядания основная часть образцов (79 %) показала слабую устойчивость к болезни, остальные образцы являлись устойчивыми (15 %) и слабо восприимчивыми (6 %).

В 2014 г. на среднем фоне распространения и развития фузариозного увядания показали себя устойчивыми большинство образцов: у рапса 80 %, горчицы сарептской – 78 %. Остальные образцы являлись слабо устойчивыми (по 20 % образцов рапса и горчицы).

В 2015 г. фон распространенности и развития фузариозного увядания на рапсе был таким же высоким, как и в 2013 г., а на горчице сарептской – средним. В условиях года устойчивыми являлись 31 % образцов рапса и 35 % –

горчицы. Основная часть образцов культур проявила себя как слабо устойчивые (46 и 57 % соответственно).

Из общего количества устойчивых в 2013-2015 гг. не было выделено образцов рапса яровой, превышающих по урожайности и масличности сорт-стандарт (по хозяйственно ценным признакам) Таврион. У горчицы сарептской яровой из числа устойчивых к болезни выделен один образец, превышающий сорт-стандарт Ника по урожайности в среднем за три года на 0,35 т/га и масличности семян – на 2,2 %. С использованием этого образца в процессе селекционной работы был создан сорт горчицы сарептской яровой Галатея, устойчивый к фузариозному увяданию (степень поражения сорта составляет 1-2 балла), зарегистрированный в «Реестре селекционных достижений» в 2023 г. (Приложение Д.1).

Исследования по выявлению устойчивого селекционного материала яровых рапса и горчицы сарептской продолжены в 2017 г. (Serdyuket al., 2021, 2022; Serdyuk, 2023) (таблица 54).

Таблица 54 – Пораженность современных селекционных образцов яровых рапса и горчицы сарептской фузариозным увяданием (степная зона Западного Предкавказья, 2017-2021 гг.)

Год	Пораженность образцов культуры фузариозным увяданием			
	Рапс яровой		Горчица сарептская яровая	
	Распространенность, %	Развитие, %	Распространенность, %	Развитие, %
2017	4,0-48,0	2,5-29,0	0,5-11,0	0,2-9,0
2018	1,0-10,0	1,0-7,0	4,0-40,0	2,0-28,0
2019	1,0-6,0	0,3-6,0	3,0-10,0	1,0-10,0
2020	15,0-55,0	5,0-24,0	5,0-42,0	2,0-22,0
2021	5,0-50,0	2,5-22,0	15,0-55,0	3,8-38,7

Для того чтобы понять разницу в поражении культур в эти годы, следует рассмотреть погодные условия, сложившиеся в фазы их роста и развития. В

течение вегетации обеих культур в 2017 г. средняя температура воздуха составляла 11,1-23,6 °С, осадки выпадали равномерно и составили по декадам 11,9-30,4 мм, что являлось достаточным для процесса инфицирования растений рапса и горчицы через корневую систему и развития возбудителей фузариозного увядания. Уязвимой фазой для проникновения в корневую систему растений инфекционного начала грибов рода *Fusarium* для рапса и горчицы является начало цветения. Однако нами отмечено, что растения горчицы сарептской проходят фенологические фазы на 3-4 суток раньше по сравнению с растениями рапса. Во время начала цветения горчицы (3 декада мая) выпало обильное количество осадков (62,1 мм), что затормозило процесс инфицирования растений горчицы сарептской патогенами. У рапса заражение растений патогенами произошло в первой декаде июня (начало цветения) при сочетании благоприятной средней температуры воздуха (22,1 °С) и небольшого количества осадков (12,2 мм). Распространенность фузариозного увядания на рапсе составила 4,0-48,0 % против 0,5-11,0 % на горчице, развитие болезни соответственно 2,5-29,0 и 0,2-9,0 %.

В 2018 г. за весь период вегетации рапса и горчицы количество осадков по декадам было небольшим (3,0-13,0 мм), что является благоприятным для жизнедеятельности грибов *Fusarium* spp. Но в тоже время до конца мая средняя температура воздуха колебалась от плюс 12,4 до плюс 19,1 °С, что ниже, чем необходимо для оптимального развития возбудителей фузариозного увядания, это сдержало распространенность и развитие болезни на рапсе (1,0-10,0 и 1,0-7,0 %). На горчице показатели поражения болезнью выше, чем на рапсе (4,0-40,0 и 2,0-28,0 % соответственно), т.к. отмечалось совместное инфицирование растений культуры бактериозом так же в виде трахеомикозного увядания, ослабляющего их.

В 2019 г. распространенность и развитие фузариозного увядания на рапсе и горчице были низкими и не превысили 10,0 % ввиду неблагоприятных для развития возбудителей болезни погодных условий: осадки выпадали

неравномерно по декадам – от 0-0,5 до 3,4-31,0 мм. А средняя температура воздуха достигала оптимального уровня лишь в первой декаде июня (23,8 °С).

Погодные условия 2020 г. отличались неравномерностью выпадения осадков, которые не превысили 28 мм в течение вегетации рапса и горчицы, что ниже среднесуточных данных. Только в третьей декаде мая выпали осадки, превышающие по количеству среднесуточные данные в 3 раза (61 мм), а в первой декаде июня количество осадков сократилось более, чем в 3 раза по сравнению с третьей декадой мая. Средняя температура воздуха в это время резко повысилась (на 4,7 °С), составив 21,0 °С, что создало стрессовую ситуацию для растений рапса и горчицы. В то же время погодные условия первой декады июня были благоприятными для жизнедеятельности возбудителей фузариозного увядания. Сочетание этих факторов привело к быстрому и интенсивному поражению обеих культур болезнью. Распространенность болезни на образцах рапса была от средней до высокой (15,0-55,0 %), на образцах горчицы – от низкой до средней (5,0-42,0 %). Развитие болезни на обеих культурах также имело широкий диапазон (от низкого до среднего) и изменялось от 2,0 до 24,0 %.

В 2021 г. осадки с третьей декады марта по первую декаду июля были регулярными, их количество составляло от 7,5-9,2 до 15-61 мм. Средняя температура воздуха постепенно повышалась до 28,2 °С во второй декаде июля. Сочетание всех погодных данных в течение вегетации рапса и горчицы способствовало развитию грибов рода *Fusarium* Link. Распространенность фузариозного увядания на рапсе и горчице варьировала от низкой до высокой (5,0-50,0 и 15,0-55,0 % соответственно), развитие болезни – от низкого до среднего (2,5-22,0 и 3,8-38,7 % соответственно).

Разный по устойчивости к фузариозному увяданию селекционный материал рапса и горчицы был выявлен в годы с высоким естественным инфекционным фоном на культуре: рапса – в 2017 и 2020-2021 гг., горчицы – в 2018 и 2020-2021 гг. Во все годы исследований иммунных к болезни образцов рапса и горчицы не выявлено (таблица 55).

Таблица 55 – Устойчивость современных селекционных образцов яровых рапса и горчицы сарептской к фузариозному увяданию (степная зона Западного Предкавказья, 2017-2021 гг.)

Год	Количество образцов, %				
	иммунных	устойчивых	слабо устойчивых	слабо восприимчивых	восприимчивых
Рапс яровой					
2017	0	34	28	38	0
2020	0	21	43	36	0
2021	0	19	81	0	0
Горчица сарептская яровая					
2018	0	39	56	5	0
2020	0	15	85	0	0
2021	0	12	73	15	0

Селекционные образцы рапса в 2017 г. равномерно распределились на устойчивые, слабо устойчивые, слабо восприимчивые. Количество устойчивых к болезни образцов рапса составило 34 %. В условиях 2020 г. количество таких образцов рапса снизилось до 23 %, большинство образцов проявили себя как слабо устойчивые (46 %). В 2021 г. количество образцов рапса, устойчивых к болезни, снизилось еще больше (до 19 %), остальные образцы показали себя слабо устойчивыми (81 %).

Основное количество образцов горчицы сарептской в 2018 г. показали себя слабо устойчивыми (56 %), а устойчивых к фузариозному увяданию образцов выявлено только 39 %. В 2020 и 2021 гг. их количество уменьшалось, достигнув 15 и 12 % соответственно. Большинство образцов проявили себя как слабо устойчивые, как и в 2018 г. (73-85 %).

В результате проведения оценки поражения яровых рапса и горчицы сарептской фузариозным увяданием с использованием разработанной нами градации селекционных образцов по степени устойчивости стало возможным

выделить устойчивый материал изученных культур, превышающий сорта-стандарты по урожайности и масличности семян (таблица 56).

Таблица 56 – Хозяйственная характеристика лучших современных селекционных образцов яровых рапса и горчицы сарептской, устойчивых к фузариозному увяданию (степная зона Западного Предкавказья, 2017-2021 гг.) (по Serdyuk et al., 2022)

Образец	R*	R**	Урожайность семян		t-критерий факт.***	Масличность семян		t-критерий факт.***
			т/га	± к ст.		%	± к ст.	
Рапс яровой (среднее за 2017 и 2020-2021 гг.)								
564/17	5,0	3,0	2,33	+ 0,13	2,75	45,2	+ 0,4	2,72
567/17	7,5	5,5	2,37	+ 0,17	2,79	46,8	+ 2,0	2,86
572/17	5,0	2,5	2,59	+ 0,39	3,21	45,0	+ 0,2	2,70
Таврион (стандарт по хозяйственно ценным признакам)	—	—	2,20	—	—	44,8	—	—
Горчица сарептская яровая (среднее за 2018 и 2020-2021 гг.)								
495/18	9,0	6,0	1,58	+ 0,20	2,82	48,2	+ 2,0	2,84
506/18	5,5	3,0	1,62	+ 0,24	2,86	48,7	+ 2,5	2,90
498/18	10,0	7,5	1,64	+ 0,26	2,90	48,9	+ 2,7	3,01
Юнона (стандарт по хозяйственно ценным признакам)	—	—	1,38	—	—	46,2	—	—

Примечание: \* – Распространенность болезни, %;

\*\* – Развитие болезни, %

\*\*\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Урожайность выделенных образцов рапса ярового превысила сорт-стандарт Таврион на 0,13-0,39 т/га и составила 2,33-2,59 т/га, масличность – на 0,2-2,0 % и составила 45,0-46,8 %. Существенное превышение стандарта по показателю урожайности наблюдалось у образцов рапса № 567/17 и 572/17, по масличности – № 567/17, что подтверждается показателями фактического t-критерия.

Урожайность всех лучших образцов горчицы сарептской значительно превысила сорт-стандарт Юнона, в среднем, за три года на 0,20-0,26 т/га, составив 1,58-1,64 т/г; масличность – на 2,0-2,7 %, составив 48,2-48,9 %.

Начиная с 2019 г., были проведены исследования по выявлению устойчивых к фузариозному увяданию образцов горчицы белой (Сердюк и др., 2023), а в 2020 г. – горчицы черной и рыжика ярового.

Диагностика фитосанитарного состояния селекционных образцов горчицы белой и горчицы черной показала, что естественный инфекционный фон фузариозного увядания достигал высокого уровня в 2020 и 2022 гг. на обеих культурах, а также в 2019 г. на горчице белой при сочетании увлажнения среды за период с первой декады мая по вторую декаду июля от недостаточного до избыточного (ГТК=0,8-1,6) и высокой относительной влажности воздуха, благоприятной для развития патогенов (65-71 %). Распространенность фузариозного увядания на видах горчицы варьировала в эти годы от низкой до высокой, составив от 5,0 до 60,5 % (таблица 57).

Таблица 57 – Пораженность селекционных образцов яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика фузариозным увяданием (степная зона Западного Предкавказья, 2019-2022 гг.)

Год	Пораженность образцов культуры фузариозным увяданием					
	Горчица белая		Горчица черная		Рыжик	
	Распростра- ненность, %	Развитие, %	Распростра- ненность, %	Развитие, %	Распростра- ненность, %	Развитие, %
2019	10,0-56,0	1,7-38,0	–	–	–	–
2020	5,0-50,0	3,7-30,0	15,0-60,5	7,8-41,0	5,0-52,5	1,7-36,4
2021	5,0-46,0	1,2-28,6	5,0-42,5	1,7-22,2	10,0-48,0	2,5-30,0
2022	5,0-55,0	3,7-32,5	10,0-60,0	2,5-38,7	10,0-45,0	2,5-26,4

В 2021 г. распространенность болезни на горчице белой и горчице черной была на среднем уровне, не превысив 46,0 %.

На селекционных образцах рыжика ярового распространенность фузариозного увядания в 2020 г. изменялась также от низкой до высокой, составив 5,0-52,5 %, а в 2021 и 2022 гг. она не превысила среднего уровня и составила 10,0-48,0 и 10,0-45,0 % соответственно. Развитие болезни на всех культурах варьировало от низкого до среднего, составив на горчице белой 1,7-38,0 %, на горчице черной – 1,7-38,7 % и на рыжике яровом – 1,7-36,4 %.

На таком естественном инфекционном фоне стало возможным выделить образцы горчицы белой, горчицы черной и рыжика с разной степенью устойчивости к фузариозному увяданию (таблица 58).

Таблица 58 – Устойчивость селекционных образцов яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика к фузариозному увяданию (степная зона Западного Предкавказья, 2019-2022 гг.)

Год	Количество образцов, %				
	иммунных	устойчивых	слабо устойчивых	слабо восприимчивых	восприимчивых
Горчица белая					
2019	0	38	52	10	0
2020	0	33	52	15	0
2021	0	61	27	12	0
2022	0	24	64	12	0
Горчица черная					
2020	0	25	60	13	2
2021	0	70	13	17	0
2022	0	57	29	14	0
Рыжик яровой					
2020	0	41	47	12	0
2021	0	28	62	10	0
2022	0	22	64	14	0

В результате проведенной оценки в полевых условиях за все годы исследований иммунных к болезни образцов культур не выявлено. Все образцы в той или иной степени были поражены фузариозом в виде трахеомикозного увядания. Также у всех трех культур не было отмечено образцов, восприимчивых в годы исследования к фузариозному увяданию за исключением горчицы черной, когда в 2020 г. 2 % образцов культуры являлись восприимчивыми к болезни.

В 2019-2020 и 2022 гг. большинство образцов горчицы белой проявили слабую устойчивость к поражению болезнью (52-64 % от общего количества образцов). Устойчивыми в эти годы являлись 33-38 и 24 % образцов культуры соответственно. Небольшое количество образцов (10-15 %) показали себя слабо восприимчивыми к фузариозному увяданию. В 2021 г. устойчивыми являлись большинство (61 %) селекционных образцов горчицы белой, остальные проявили слабую устойчивость и слабую восприимчивость (27 и 12 % соответственно).

Оценка селекционного материала горчицы черной яровой показала, что в 2020 г. большинство образцов горчицы черной проявили слабую устойчивость к поражению фузариозным увяданием (60 % от общего количества образцов). Устойчивыми в эти годы являлись лишь 25 % образцов горчицы черной. Небольшое количество образцов (13 %) показали себя слабо восприимчивыми к фузариозному увяданию. В следующие два года исследований устойчивыми являлось основное количество образцов – 70 и 57 % соответственно, остальные проявили слабую устойчивость и слабую восприимчивость в равной степени (13-29 и 14-17 %) (Сердюк, 2024).

При оценке селекционного материала рыжика ярового на устойчивость к фузариозному увяданию в 2020 г. количество устойчивых и слабо устойчивых образцов распределилось практически поровну, составив 41 и 47 %. В 2021-2022 гг. бóльшая часть образцов рыжика показала слабую устойчивость, составив 62 и 64 % соответственно, и только 22-28 % являлись устойчивыми к

болезни. Количество слабо восприимчивых образцов во все годы было одинаково невысоким (10-14 % образцов).

Метод оценки поражения яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика фузариозным увяданием позволил выявить превышение отдельными устойчивыми образцами изученных культур сортов-стандартов по урожайности и масличности семян (таблица 59).

Таблица 59 – Хозяйственная характеристика лучших селекционных образцов яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика, устойчивых к фузариозному увяданию (степная зона Западного Предкавказья, 2019-2022 гг.)

Образец	Р*	R**	Урожайность семян		t-критерий факт.***	Масличность семян		t-критерий факт.***
			т/га	± к ст.		%	± к ст.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горчица белая (среднее за 2019-2022 гг.)								
702/19	5,0	2,5	1,23	+ 0,24	3,24	26,5	+ 0,9	2,97
703/19	5,5	3,0	1,17	+ 0,18	3,00	26,2	+ 0,6	2,78
704/19	8,0	5,7	1,15	+ 0,16	2,98	25,4	- 0,2	2,65
Радуга (стандарт по хозяйственно ценным признакам)	—	—	0,99	—	—	25,6	—	—
Горчица черная (среднее за 2020-2022 гг.)								
1338/20	5,0	2,5	0,78	+ 0,26	3,42	37,1	+ 2,1	3,00
1340/20	5,5	3,2	0,80	+ 0,28	3,46	37,1	+ 2,1	3,00
1342/20	5,0	2,6	0,80	+ 0,28	3,46	37,6	+ 2,6	3,24
1351/20	5,0	2,5	0,86	+ 0,34	3,65	37,7	+ 2,7	3,31
Ниагара (стандарт по хозяйственно ценным признакам) (стандарт)	—	—	0,52	—	—	35,0	—	—
Рыжик яровой (среднее за 2020-2022 гг.)								
1295/20	8,0	5,4	1,21	+ 0,21	3,05	38,6	- 0,8	2,54
1296/20	5,0	2,5	1,20	+ 0,20	3,01	39,8	+ 0,4	2,65

Продолжение таблицы 59

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1297/20	5,5	3,0	1,11	+ 0,11	2,74	40,3	+ 0,9	2,68
Кристалл (стандарт по хозяйственно ценным признакам)	—	—	1,00	—	—	39,4	—	—

Примечание: \* – Распространенность болезни, %;

\*\* – Развитие болезни, %;

\*\*\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Урожайность отобранных образцов горчицы белой значительно превысила сорт-стандарт Радуга (на 0,16-0,24 т/га) и составила 1,15-1,23 т/га, что подтвердилось показателями фактического t-критерия.

У образцов горчицы белой №№ 702/19 и 703/19 масличность семян превысила стандарт на 0,9 (существенно) и 0,6 % соответственно и составила 26,2-26,5 %, а у образца № 704/19 – она ниже стандарта на 0,2 % (25,4 %). С использованием одного из лучших устойчивых сортообразцов горчицы белой был создан сорт горчицы белой Пиканто, устойчивый к фузариозному увяданию (степень поражения сорта 1-2 балла), зарегистрированный в «Реестре селекционных достижений» в 2025 г. (Приложение Д.2).

Урожайность и масличность лучших образцов горчицы черной существенно превышали сорт-стандарт Ниагара (на 0,26-0,34 т/га и 2,1-2,7 %), составив 0,78-0,86 т/г и 37,1-37,7 %. Данные фактического t-критерия подтверждают значимую разницу между образцами и сортом-стандартом.

У рыжика ярового урожайность выделенных образцов в среднем за годы исследований превысила сорт-стандарт Кристалл на 0,11-0,21 т/га (у образцов №№ 1295/20 и 1296/20 существенно – на 0,20-0,21 т/га), составив 1,11-1,21 т/га. Масличность семян составила 38,6-40,3 %: у образца № 1295/20 ниже стандарта на 0,8 %, а у №№ 1296/20 и 1297/20 – незначительно выше стандарта (на 0,4-0,9 %), что подтверждают показатели фактического t-критерия.

Следовательно, полевая оценка яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика на естественном инфекционном фоне фузариоза с

применением разработанной нами шкалы степени поражения селекционного материала к болезни позволила выделить перспективные сортообразцы для изучения их в старших питомниках и использования в качестве доноров устойчивости к фузариозному увяданию в селекционной работе при создании новых перспективных сортов яровых масличных культур семейства Капустные.

Таким образом, в условиях степной зоны Западного Предкавказья в годы с высоким естественным инфекционным фоном по фомозу и фузариозу выделены образцы озимых и яровых масличных культур семейства Капустные, обладающие горизонтальной устойчивостью к данным болезням. Среди них отмечены образцы, превышающие стандарты по хозяйственно ценным признакам – урожайности и масличности семян, что представляет большой интерес в селекционной работе по созданию новых конкурентно способных сортов культур.

### **5.3 Оценка селекционного материала масличных культур семейства Капустные селекции ВНИИМК на устойчивость к фомозу в полевых условиях при искусственном заражении**

Оценка озимых рапса и горчицы сарептской на устойчивость к фомозу при искусственном заражении возбудителем болезни в поле является результативным способом отбора устойчивых генотипов культур в меняющихся погодных условиях.

В лабораторных условиях погодные факторы являются фиксированными, в процессе оценки растений на устойчивость к болезни задают наиболее оптимальную для развития патогена температуру воздуха при создании влажности воздуха 100 %. Далее наблюдения ведут также в условиях одного благоприятного выбранного параметра температуры воздуха. Кроме этого, благодаря регулярному поливу, обеспечивается необходимое для развития растений количество осадков, а также один и тот же постоянный уровень относительной влажности воздуха.

В полевых условиях изменения средней температуры воздуха наблюдаются как в течение разных декад, так и в течение суток, т.е. в полевых условиях температурный режим является переменным. Наряду с этим внутри посева отмечается разный уровень влажности в зависимости от количества осадков, росы и относительной влажности воздуха. Изучение влияния разного сочетания погодных факторов на процесс развития фомоза на озимых культурах в полевых условиях после инфицирования возбудителем болезни травмированных участков растений является важным моментом в процессе отбора устойчивых к болезни образцов.

Для разработки метода оценки селекционного материала озимых рапса и горчицы сарептской на устойчивость к фомозу в течение двух лет проводили искусственное инфицирование образцов рапса и горчицы сарептской с уже известной полевой устойчивостью (устойчивые и восприимчивые) возбудителем фомоза с целью определения разницы в развитии некрозов, вызванных патогеном, между разными по устойчивости образцами.

Инфицирование обеих культур патогеном проводили в фазе цветения, что совпадало с первой-второй декадой мая, когда еще не отмечались симптомы проявления болезни на растениях. Температура воздуха в сутки инфицирования варьировала от 12,0-14,0 °С до 25,0-27,0 °С, далее – от 12,0-16,0 °С в ночное время до 24,0-28,0 °С в дневное время. Таким образом, был обеспечен естественный переменный температурный режим для изучения влияния его на развитие *L. maculans* внутри растений разных групп устойчивости. Относительная влажность воздуха в этот период колебалась от 65 до 74 %, количество осадков – от 12 до 62 мм, что способствовало поддержанию необходимого для развития патогена уровня влажности внутри посева. Кроме этого, часто отмечали утренние росы.

При проведении учетов через 14 суток после начала опыта установлено, что размер некроза у образцов рапса и горчицы сарептской разных групп устойчивости был одинаковым – 2-3 мм. Однако при проведении следующего учета выявлена разница в размерах пораженной ткани: у восприимчивых

образцов рапса и горчицы сарептской ширина некроза увеличилась на 12-13 мм, составив 15-16 мм, а у устойчивых образцов ширина некроза увеличилась всего на 3-5 мм (таблица 60). Наличие черной каймы вокруг некроза отмечено во всех вариантах.

Таблица 60 – Размеры некрозов, вызванных возбудителем фомоза при искусственном инфицировании растений озимых рапса и горчицы сарептской в полевых условиях (степная зона Западного Предкавказья, 2016-2017 гг.)

Сутки учета	Ширина некроза от места ранения, мм							
	Восприимчивые образцы, №				Устойчивые образцы, №			
	1	2	3	среднее	1	2	3	среднее
Рапс озимый								
14	4	3	3	3	1	3	2	2
28	21	10	14	15	6	9	7	7
Горчица сарептская озимая								
14	3	2	4	3	1	1	2	3
28	17	10	20	16	5	6	6	6

Таким образом, установлена разница в поражении возбудителем фомоза образцов озимых рапса и горчицы сарептской разных групп устойчивости к болезни при искусственном инфицировании на естественном инфекционном фоне в переменных условиях окружающей среды. Разработанный нами метод искусственного заражения позволяет проводить достоверную оценку устойчивости новых селекционных образцов культур к фомозу в полевых условиях, но, тем не менее, он является достаточно длительным.

#### **5.4 Оценка селекционного материала масличных культур семейства**

##### **Капустные селекции ВНИИМК на устойчивость к болезням в лабораторных условиях при искусственном заражении**

Оценка селекционного материала на естественном инфекционном фоне в полевых условиях на устойчивость к болезням является важным звеном в

создании новых перспективных сортов сельскохозяйственных культур, однако для применения данных такой оценки требуется достаточно длительное время. Поэтому не менее важной является оценка сортообразцов культур на стадии проростков в лабораторных условиях, когда становится возможным определить степень устойчивости большого количества селекционного материала.

Исключение в наших исследованиях составил рыжик озимый, т.к. мы считаем, что оценку материала на устойчивость к облигатному паразиту, которым является возбудитель пероноспороза, эффективнее и достовернее проводить в полевых условиях на естественном инфекционном фоне при изменяющихся условиях внешней среды, влияющей и на патоген, и на растение-хозяина. Это необходимо для сравнения реакции растения-хозяина на заражение возбудителем болезни при разных показателях средней температуры воздуха и почвы, относительной влажности воздуха и почвы.

Для разработки лабораторных методов оценки были отобраны селекционные образцы озимых и яровых культур, проявившие в полевых условиях в течение трех лет устойчивость (со степенью поражения 1-2 балла) или восприимчивость к болезням (со степенью поражения 7-9 баллов).

В 2015 г. было изучено пять образцов рапса озимого, проявивших себя в течение трех лет в полевых условиях восприимчивыми к фомозу: распространенность болезни на них была высокой (57,0-75,0 %), развитие болезни – средним (40,4-58,2 %).

В ходе лабораторных исследований определяли индекс болезни  $DI$  по формуле Р.Н. Williams, Р.А. Delwiche (1979), а также рассчитывали распространенность (Р) и развитие (R) болезни (см. раздел 2.3.2).

Для проведения исследований было испытано три изолята гриба *L. maculans*, однако различия в их агрессивности не отмечено, поэтому в таблице представлены средние данные (таблица 61).

Установлено, что у всех образцов рапса озимого отсутствуют растения без симптомов фомоза. Также в них отсутствовали растения со степенью

поражения 1 балл за исключением образца № 30/13, где количество таких растений составило 1 %.

Таблица 61 – Индекс болезни (DI) и развитие (R, %) фомоза на образцах рапса озимого при искусственном инфицировании в лабораторных условиях через 18 суток, 2015 г. (Сердюк и др., 2019)

Образец	Количество растений, % со степенью поражения, балл					DI*	R**, %
	0	1	2	3	4		
27/13	0	0	15	27	58	3,4	86,0
28/13	0	0	17	30	53	3,4	84,0
30/13	0	1	12	16	71	3,6	89,0
33/13	0	0	16	29	55	3,4	85,0
434/13	0	0	15	10	75	3,6	90,0

Примечание: \* – Индекс болезни (DI): низкий – 0-1,2; средний – 1,3-2,4; высокий – 2,5-4,0 (Williams, Delwiche, 1979);

\*\* – Развитие болезни: низкое – до 10,9 %; слабое – 11,0-30,9 %; среднее – 31,0-60,9 %; сильное – 61,0 % и выше.

У большинства растений во всех образцах степень поражения составила 4 балла (53-75 % от общего количества). Степень поражения 2 и 3 балла отмечена у 12-17 и 10-30 % растений соответственно.

Индекс болезни у изученных образцов рапса с применением нашей шкалы поражения оказался высоким (3,4-3,6) при максимальном 4,0, что соответствует высоким значениям развития болезни (84,0-90,0 %).

Таким образом, данные оценки поражения образцов рапса озимого фомозом с использованием предлагаемой шкалы при искусственном инфицировании растений в лабораторных условиях подтверждали данные полевых исследований.

Использование предлагаемой модифицированной шкалы с меньшим количеством баллов обеспечивает большее удобство для практического применения при проведении оценки устойчивости растений рапса озимого к

фомозу при искусственном инфицировании возбудителем болезни в лабораторных условиях без снижения точности данных.

Исследования по оценке устойчивости растений к фомозу продолжены в 2022 г. на озимых рапсе и горчице сарептской. Мы модифицировали методику оценки селекционного материала озимых культур. Оценка поражения растений фомозом в лабораторных условиях методически осуществляли, как в 2015 г. Но по данным учетов вычисляли распространенность и развитие болезни, т.к. эти показатели являются наиболее информативными с нашей точки зрения. Для разработки градаций образцов по степени устойчивости к болезни было изучено по три устойчивых и три восприимчивых в полевых условиях на естественном инфекционном фоне образца культур. Учеты проводили через 7 и 14 суток (в отличие от методики Р.Н. Williams, Р.А. Delwiche (1979), где учеты проводили через 8 и 18 суток), когда стала видна разница в поражении растений образцов разных групп полевой устойчивости.

Все образцы озимых рапса и горчицы сарептской на основе показателей развития фомоза на семядольных листьях были разбиты на группы по степени устойчивости к болезни, учитывая, что развитие болезни на растениях устойчивых образцов в лабораторных условиях на жестком инфекционном фоне будет выше по сравнению с развитием болезни в полевых условиях. Все образцы подразделяли на следующие группы:

- иммунные (развитие болезни 0 %);
- устойчивые (развитие болезни до 35,9 %);
- слабо устойчивые (развитие болезни 36,0-55,9 %);
- слабо восприимчивые (развитие болезни 56,0-75,9 %);
- восприимчивые (развитие болезни 76,0 % и выше).

Оценка поражения озимых рапса и горчицы сарептской через 7 суток показала, что количество семядольных листьев с симптомами проявления болезни составило у восприимчивых образцов 92,0 и 84,0 % соответственно, а у устойчивых образцов – 65,0 и 52,0 % соответственно. Развитие болезни на восприимчивых образцах рапса и горчицы сарептской превысило устойчивые

образцы практически в 2 раза, составив 62,7 и 56,6 % против 34,0 и 29,4 % соответственно, т.е. восприимчивые в поле образцы показали себя в лабораторных условиях слабо восприимчивыми к фомозу, в то время, как устойчивые в полевых условиях образцы культур подтвердили свою устойчивость в лабораторных условиях (таблица 62).

Таблица 62 – Оценка поражения грибом *L. maculans* семядольных листьев озимых рапса и горчицы сарептской в лабораторных условиях, 2022 г.

Вариант	Время экспозиции, сутки	Количество пораженных семядольных листьев в образце (распространенность болезни), %		Развитие болезни, % и баллы поражения растений в образце	
		восприимчивом*	устойчивом**	восприимчивом*	устойчивом**
Рапс озимый					
1	7	92,0	65,0	62,7 (1-4 балла)	34,0 (1-3 балла)
2	14	100	100	100 (4 балла)	78,6 (1-4 балла)
Горчица сарептская озимая					
1	7	84,0	52,0	56,6 (1-4 балла)	29,4 (1-3 балла)
2	14	100	100	100 (4 балла)	76,4 (1-4 балла)

Примечание: \* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

При проведении оценки поражения семядольных листьев через 14 суток отмечено, что в обеих группах образцов и рапса, и горчицы сарептской все семядольные листья были с признаками проявления фомоза. Развитие болезни на восприимчивых образцах рапса и горчицы составило уже 100 %, некрозы распространялись на всю поверхность семядольных листьев, приводя к засыханию проростков. На устойчивых образцах рапса и горчицы сарептской развитие болезни так же было сильным, превысив порог 76,0 %, и составило 78,6 и 76,4 % соответственно.

Таким образом, данные лабораторной оценки в полной мере соответствуют полевой оценке устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу, что позволяет определять степень устойчивости большого количества сортообразцов культур в короткие сроки. Оценку селекционного материала озимых рапса и горчицы сарептской в лабораторных условиях следует проводить через 7 суток после начала опыта, когда отчетливо видна разница между образцами разных групп устойчивости с применением предложенной нами модифицированной методики и шкалы.

Методы инфицирования возбудителями фузариоза в лабораторных условиях с целью оценки материала на устойчивость к болезни разрабатываются для разных культур, заражение проводят как семян, так и проростков (Зайчук и др., 1990; Маслиенко и др., 2019).

Разработку метода оценки устойчивости яровых масличных культур семейства Капустные к фузариозу мы проводили в 2022 г. (Сердюк и др., 2023).

При проведении учетов поражения болезнью все образцы яровых культур были также подразделены на группы по показателям развития болезни на проростках:

- иммунные (развитие болезни 0 %);
- устойчивые (развитие болезни до 35,9 %);
- слабо устойчивые (развитие болезни 36,0-55,9 %);
- слабо восприимчивые (развитие болезни 56,0-75,9 %);
- восприимчивые (развитие болезни 76,0 % и выше).

При заражении возбудителем фузариоза проростков горчицы сарептской и горчицы черной в лабораторных условиях в вариантах с выдержкой их на мицелии один и три часа учеты возможно стало провести через одни сутки, т.к. в день проведения опыта изменений во внешнем виде проростков в этих вариантах не отмечено.

С выдержкой проростков на мицелии пять часов учеты проведены сразу после окончания времени экспозиции, т.к. в этом варианте некротические

изменения на корнях проростков отмечены в день закладки опыта, и отчетливо была видна разница в поражении между устойчивыми и восприимчивыми образцами (таблица 63).

Таблица 63 – Оценка поражения грибом *F. oxysporum* проростков яровых горчицы сарептской и горчицы черной (учет через 1 сутки), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции, час	Распространенность болезни, % в образце		Развитие болезни, % и баллы поражения растений в образце	
		восприимчивом*	устойчивом**	восприимчивом*	устойчивом**
Горчица сарептская яровая					
1	1 час	100	100	95,5 (3-4 балла)	34,5 (1-2 балла)
2	3 часа	100	100	100 (3-4 балла)	41,5 (1-4 балла)
3	5 часов (учет сразу)	100	100	85,0 (1-4 балла)	50,6 (1-4 балла)
Горчица черная					
1	1 час	73,0	55,0	64,2 (1-4 балла)	21,2 (1-2 балла)
2	3 часа	82,0	76,0	73,0 (1-4 балла)	34,6 (1-4 балла)
3	5 часов (учет сразу)	93,0	71,0	70,3 (1-4 балла)	42,5 (1-4 балла)

Примечание: \* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

Симптомы болезни выявлены на всех проростках образцов горчицы сарептской обеих групп устойчивости, т.е. распространенность болезни во всех вариантах составила 100 %. У восприимчивых образцов не отмечено проростков со степенью поражения 1 и 2 балла, все проростки были поражены на 3-4 балла. У устойчивых образцов горчицы сарептской при экспозиции опыта один час наблюдалась степень поражения проростков 1-2 балла, а уже при времени экспозиции три часа – от 1 до 4 баллов.

Развитие болезни в первом и втором вариантах у восприимчивых образцов было сильным и составило 95,5-100 %, у устойчивых – средним (34,5 и 41,5 % соответственно). В третьем варианте при экспозиции опыта, составляющей пять часов, степень поражения проростков обеих групп устойчивости составила от 1 до 4 баллов, развитие болезни на восприимчивых образцах было сильным (85,0 %), на устойчивых – средним (50,6 %).

Следовательно, на жестком инфекционном искусственном фоне устойчивые в полевых условиях (1-2 балла) образцы горчицы сарептской при времени экспозиции один час проявили себя как устойчивые, а при более длительной выдержке проростков на мицелии патогена (три и пять часов) – слабо устойчивые.

Количество пораженных проростков горчицы черной в первом и втором вариантах через одни сутки у восприимчивых образцов было высоким (73,0-82,0 %), а у устойчивых образцов на 6,0-18,0 % меньше, составив 55,0-76,0 %. Степень поражения проростков в первом и втором вариантах у восприимчивых образцов составила 1-4 балла, у устойчивых в первом варианте 1-2 балла, во втором варианте – 1-4 балла. Развитие болезни в этих вариантах у восприимчивых образцов было сильным: от 64,2 до 73,0 %, у устойчивых – средним, составив 21,2-34,6 %.

Наибольшая разница между устойчивыми и восприимчивыми образцами горчицы черной по распространенности фузариозного увядания отмечена в третьем варианте при длительности экспозиции пять часов и проведении учета в день закладки опыта: у восприимчивых образцов она составила 93,0 %, устойчивых – 71,0 %. Степень поражения проростков горчицы черной фузариозным увяданием в этом варианте, как и у горчицы сарептской, у образцов обеих групп устойчивости составила 1-4 балла. Причем, у восприимчивых образцов количество проростков с 1 баллом поражения было единичным. Развитие болезни у восприимчивых образцов горчицы черной

было сильным (70,3 %), а у устойчивых – средним (42,5 %), как и в других вариантах.

Таким образом, устойчивые в полевых условиях к фузариозному увяданию образцы горчицы черной (1-2 балла) показали себя в лабораторных условиях на жестком инфекционном фоне устойчивыми к болезни при времени экспозиции опыта один и три часа, а при выдержке проростков культуры на мицелии патогена пять часов – слабо устойчивыми.

При проведении учетов через двое суток после заражения установлено, что проростки горчицы сарептской и горчицы черной обеих групп устойчивости в первом и втором вариантах были с симптомами болезни и степенью поражения 4 балла, т.е. и распространенность и развитие болезни составили 100 % (таблица 64).

Таблица 64 – Оценка поражения грибом *F. oxysporum* проростков яровых горчицы сарептской и горчицы черной (учет через 2 суток), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции, час	Распространенность болезни, % в образце		Развитие болезни, % и баллы поражения растений в образце	
		восприимчивом*	устойчивом**	восприимчивом*	устойчивом**
Горчица сарептская яровая					
1	1 час	100	100	100 (4 балла)	100 (4 балла)
2	3 часа	100	100	100 (4 балла)	100 (4 балла)
Горчица черная					
1	1 час	100	100	100 (4 балла)	100 (4 балла)
2	3 часа	100	100	100 (4 балла)	100 (4 балла)

Примечание: \* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

Оценку поражения проростков горчицы белой, яровых рапса и рыжика возбудителем фузариоза проводили через одни сутки, т.к. в день закладки опыта во всех вариантах изменений во внешнем виде проростков не отмечено. В результате оценки установлено, что распространенность болезни на

восприимчивых образцах у всех культур составила во всех вариантах 100 %, а на устойчивых – 50,0-78,0; 40,0-63,0 и 48,0-76,0 % соответственно с максимальным значением при экспозиции опыта пять часов (таблица 65).

Таблица 65 – Оценка поражения грибом *F. oxysporum* проростков яровых рапса, горчицы белой и рыжика (учет через 1 сутки), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции, час	Распространенность болезни, % в образце		Развитие болезни, % и баллы поражения растений в образце	
		восприимчивом*	устойчивом**	восприимчивом*	устойчивом**
Рапс яровой					
1	1 час	100	40,0	45,0 (1-3 балла)	17,5 (1-3 балла)
2	3 часа	100	54,0	47,5 (1-3 балла)	23,0 (1-3 балла)
3	5 часов	100	63,0	73,5 (1-4 балла)	32,0 (1-4 балла)
Горчица белая					
1	1 час	100	50,0	55,3 (1-3 балла)	23,0 (1-3 балла)
2	3 часа	100	65,0	65,0 (1-3 балла)	28,4 (1-3 балла)
3	5 часов	100	78,0	76,5 (1-4 балла)	37,5 (1-4 балла)
Рыжик яровой					
1	1 час	100	48,0	43,2 (1-3 балла)	22,8 (1-3 балла)
2	3 часа	100	60,0	46,0 (1-3 балла)	27,6 (1-3 балла)
3	5 часов	100	76,0	72,4 (1-4 балла)	35,4 (1-4 балла)

Примечание: \* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

Степень поражения проростков изучаемых культур в вариантах с экспозицией один и три часа варьировала от 1 до 3 баллов, а с выдержкой проростков на мицелии в течение пяти часов отмечено усиление развития болезни на некоторых проростках, где степень развития увеличилась от 3 до 4 баллов у образцов обеих групп устойчивости.

Развитие болезни с максимумом при выдержке проростков на мицелии патогена в течение пять часов составило: у восприимчивых образцов горчицы белой 55,3-76,5 %, рапса – 45,0-73,5 %, рыжика – 43,2-72,4 %; у устойчивых образцов горчицы белой – 23,0-37,5 %, рапса – 17,5-32,0 %, рыжика – 22,8-35,4 %. Наиболее оптимальная разница в развитии фузариозного увядания на восприимчивых и устойчивых образцах всех культур отмечена при времени экспозиции пять часов.

Через двое суток после инфицирования проростков яровых рапса, горчицы белой и рыжика грибом *F. oxysporum* распространенность фузариоза у устойчивых образцов увеличилась до 100 % во всех вариантах опыта (таблица 66).

Таблица 66 – Оценка поражения грибом *F. oxysporum* проростков яровых рапса, горчицы белой и рыжика (учет через 2 суток), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции, час	Распространенность болезни, % в образце		Развитие болезни, % и баллы поражения растений в образце	
		восприимчивом*	устойчивом**	восприимчивом*	устойчивом**
Рапс яровой					
1	1 час	100	100	95,0 (3-4 балла)	61,7 (2-4 балла)
2	3 часа	100	100	95,0 (3-4 балла)	68,5 (2-4 балла)
3	5 часов	100	100	100 (4 балла)	98,5 (3-4 балла)
Горчица белая					
1	1 час	100	100	94,5 (3-4 балла)	70,4 (2-4 балла)
2	3 часа	100	100	96,0 (3-4 балла)	81,0 (2-4 балла)
3	5 часов	100	100	100 (4 балла)	97,3 (3-4 балла)
Рыжик яровой					
1	1 час	100	100	92,6 (3-4 балла)	80,0 (3-4 балла)
2	3 часа	100	100	94,0 (3-4 балла)	87,2 (3-4 балла)
3	5 часов	100	100	100 (4 балла)	98,2 (3-4 балла)

Примечание: \* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

Вместе с этим, повысилась степень поражения проростков культур: у восприимчивых образцов до 3-4 баллов, у устойчивых – до 2-4 баллов. Соответственно, увеличилось и развитие болезни на проростках рапса, горчицы и рыжика: у восприимчивых образцов оно составило 95,0-100; 94,5-100; и 92,6-100 %; у устойчивых – 61,7-98,5; 70,4-97,3 и 80,0-98,2 % соответственно.

Согласно данным, представленным в таблицах 65 и 66, у яровых рапса, горчицы белой и рыжика наглядная разница в распространенности и развитии болезни между образцами разных групп устойчивости отмечена при экспозиции опыта пять часов и проведении учета через одни сутки.

В вариантах с длительной экспозицией, где проростки разных видов горчицы, яровых рапса и рыжика находились на поверхности мицелия патогена в течение одних и двух суток, установлено, что распространенность и развитие фузариозного увядания составили 100 % при осуществлении учетов сразу после окончания времени экспозиции опыта.

Кроме этого, была изучена патогенность гриба *F. oxysporum*, выращенного на картофельно-морковном агаре (КМА), в отношении выбранных: одной масличной культуры семейства Капустные, учеты поражения болезнью которой проводили в день закладки опыта (горчица сарептская), и одной культуры, учеты поражения которой проводили через одни сутки после окончания времени экспозиции опыта (горчица белая) (таблица 67). КМА был выбран в качестве дополнительно изучаемой питательной среды ввиду того, что при выращивании на нем несовершенные грибы образуют повышенное количество спор.

Установлено, что при использовании среды КМА распространенность и развитие болезни на проростках обоих видов горчицы значительно выше по сравнению со средой Чапека во всех вариантах опыта, что не дает возможности осуществлять корректную и точную оценку устойчивости образцов к фузариозному увяданию.

Таблица 67 – Оценка поражения грибом *F. oxysporum*, выращенным на КМА, проростков горчицы сарептской яровой и горчицы белой (учет через 1 сутки), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции, час	Распространенность болезни, % в образце		Развитие болезни, % и баллы поражения растений в образце	
		восприимчивом*	устойчивом**	восприимчивом*	устойчивом**
Горчица сарептская яровая					
1	1 час	100	100	88,0	65,5
2	2 часа	100	100	100	97,5
3	5 часов (учет сразу)	100	100	95,0	87,5
Горчица белая					
1	1 час	100	100	91,0	62,8
2	2 часа	100	100	98,0	79,0
3	5 часов	100	100	100	91,5

Примечание: \* - Восприимчивый в полевых условиях образец;  
 \*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

Таким образом, данные лабораторных исследований по устойчивости сортообразцов яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы черной, горчицы белой и рыжика к фузариозному увяданию соответствуют полевым данным, т.е. устойчивые в полевых условиях образцы показали себя устойчивыми и в лабораторных условиях, развитие болезни на них значительно меньше по сравнению с восприимчивыми образцами, что позволяет проводить достоверную оценку большого количества селекционного материала в короткие сроки.

Оценку образцов яровых горчицы сарептской, горчицы черной, горчицы белой, рапса и рыжика на устойчивость к фузариозному увяданию в лабораторных условиях следует проводить с выдержкой проростков на мицелии возбудителя болезни в течение пяти часов и осуществлять учет поражения проростков: горчицы сарептской и горчицы черной в день

инфицирования, горчицы белой, рапса и рыжика – через одни сутки после окончания времени экспозиции опыта.

### **5.5 Оценка селекционного материала масличных культур семейства Капустные селекции ВНИИМК на устойчивость к фомозу и фузариозному увяданию в лабораторных условиях при использовании метаболитов возбудителей болезней**

Фитопатогенные грибы вызывают болезни растений не только своим развитием внутри растительного организма, приводя к закупорке сосудов, как грибы рода *Fusarium* spp. или гнилям и некрозам, как, например, *L. maculans*, но и выделяя внутрь тканей растений продукты своей жизнедеятельности: токсичные метаболиты. Действие токсинов также приводит к появлению симптомов болезни на растениях (Пискун и др., 2002; Соколова, 2008; Шамрай, 2010), которые аналогичны тем, что наблюдаются при заражении растений возбудителем болезни.

Ранее на горчице сарептской яровой нами проведены исследования в лабораторных условиях по изучению фитотоксичных свойств грибов рода *Alternaria* Nees, вызывающих одну из самых опасных болезней озимых и яровых масличных культур семейства Капустные – альтернариоз. Показана разница в фитотоксичности основных видов, поражающих эти культуры: *A. brassicae* и *A. brassicicola*. Установлено, что у гриба *A. brassicicola* фитотоксичные свойства проявляются сильнее (Сердюк, 2008).

В 2022 г. нами проведены исследования по изучению фитотоксичности других опасных патогенов: *L. maculans* и *F. oxysporum* для установления возможности использования их метаболитов при оценке селекционного материала масличных культур семейства Капустные на устойчивость к вредоносным болезням. Изучали влияние на проростки культур комплексов метаболитов, находящихся в культуральной жидкости патогенов. На твердом питательном агаре Чапека в чашках Петри выращивали культуры возбудителей

болезней в течение семи суток. Для получения фитотоксинов в количестве, достаточном для проведения исследований, производили пересев грибов на жидкую питательную среду Чапека (рисунок 46), которая богата микроэлементами (Stierle et al., 1992).

Патогены культивировали при температуре 25 °С в течение семи суток, за это время происходит образование достаточно большого количества многих фитотоксинов (Kohmoto, 1992), которые переходят в раствор питательной среды, и такой раствор использовали для проведения исследований. Далее проводили фильтрацию культуральной жидкости для того, чтобы удалить фрагменты мицелия и споры патогенов (Еюбов и др., 2009).

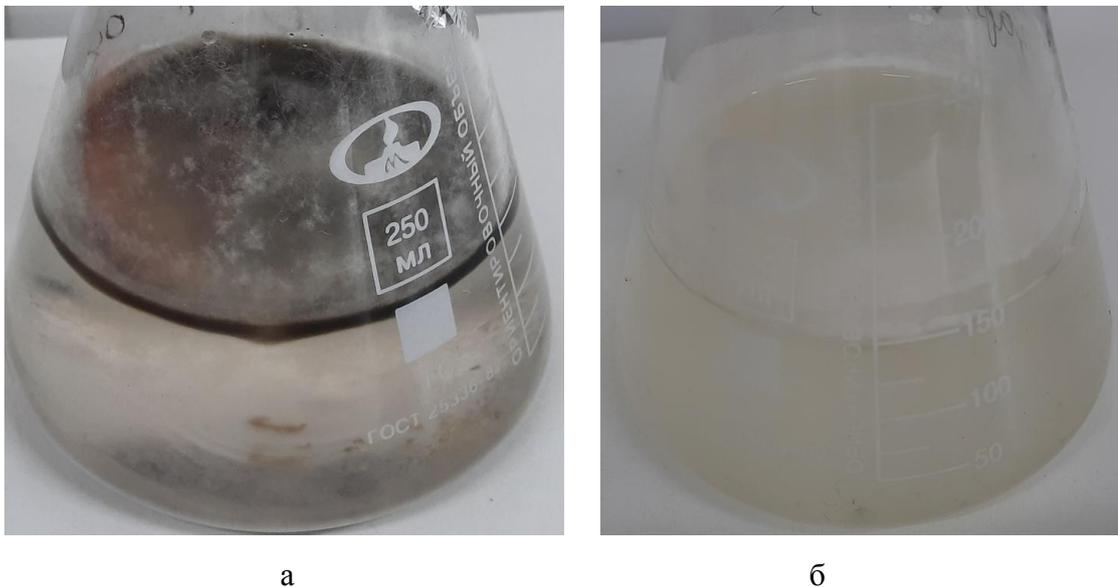


Рисунок 46 – Культивирование патогенов на жидкой среде Чапека (ориг.):

а) *L. maculans*; б) *F. oxysporum*.

Действие культуральной жидкости, включающей комплекс фитотоксинов *L. maculans* проверяли на озимых рапсе и горчице сарептской, *F. oxysporum* – на яровых рапсе, горчице сарептской, горчице белой, горчице черной и рыжике.

Учитывая биологию гриба, исследование фитотоксичности *F. oxysporum* проводили, помещая проростки растений яровых рапса, разных видов горчицы

и рыжика корнями в культуральную жидкость патогена, т.к. заражение растений в полевых условиях происходит через корневую систему. Заражение растений *L. maculans* в полевых условиях происходит аэрогенным путем, поэтому при изучении свойств метаболитов патогена культуральную жидкость капали на травмированные семядольные листья проростков озимых рапса и горчицы сарептской.

Для проведения опытов из визуально здоровых, простерилизованных семян культур выращивали проростки (по 50 шт.). Для исследования использовали контрастные по устойчивости селекционные образцы озимых и яровых масличных культур семейства Капустные: устойчивые и восприимчивые в полевых условиях (по три шт. каждого). У всех культур изучали пятисуточные проростки за исключением горчицы белой – проростки брали на третьи сутки развития.

Учет реакции растений на негативное воздействие фитотоксинов гриба *L. maculans* проводили через семь суток после закладки опыта, когда стала отчетливо видна разница между образцами озимых рапса и горчицы сарептской разных групп устойчивости по количеству и размерам некрозов на семядольных листьях, а также контрольным вариантом (рисунок 47, таблица 68).

На семядольных листьях контрольного варианта озимых рапса и горчицы сарептской симптомов проявления болезни не было отмечено на протяжении всего периода исследования.

Количество семядольных листьев с некрозами составило 100 % и на восприимчивых, и на устойчивых образцах рапса и горчицы, однако развитие болезни было различным: на восприимчивых образцах оно составило так же 100 % (степень поражения всех семядольных листьев проростков 4 балла), в то время как на устойчивых оно было значительно ниже – 35,2 и 32,4 % соответственно.

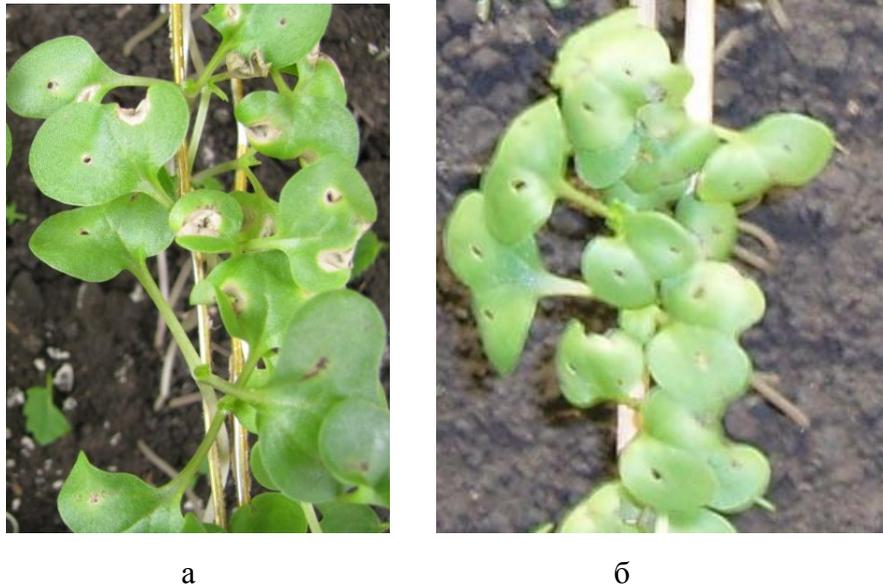


Рисунок 47 – Реакция проростков восприимчивого к фомозу образца рапса озимого на метаболиты гриба *L. maculans* (ориг.):  
 а) при нанесении культуральной жидкости;  
 б) при нанесении стерильной воды (контрольный вариант)

Таблица 68 – Влияние комплекса метаболитов гриба *L. maculans*, содержащихся в культуральной жидкости, на распространенность и развитие фомоза на проростках озимых рапса и горчицы сарептской, 2022 г.

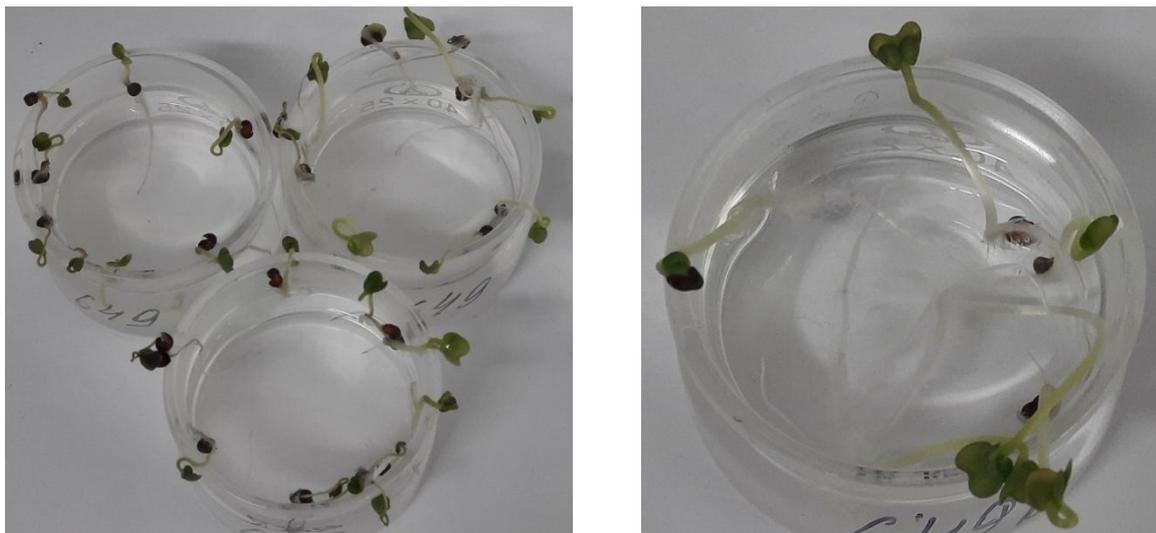
Культура	Проявление признаков фомоза на образцах культуры			
	Восприимчивый* образец		Устойчивый образец	
	Р**, %	R, %	P, %	R, %
Рапс озимый	100	100	100	35,2
Горчица сарептская озимая	100	100	100	32,4

Примечание: \* - Восприимчивый и устойчивый в полевых условиях образец;  
 \*\* - P, % – распространенность болезни, R, % – развитие болезни

Оценку реакции проростков яровых культур на метаболиты гриба *F. oxysporum* осуществляли по шкале, представленной в разделе 2.3.2, на основании которой рассчитывали развитие болезни на проростках яровых культур. По аналогии с полевыми учетами использовали дифференциацию

полученных результатов на группы: низкое развитие болезни – до 10,9 %; слабое – 11,0- 30,9 %; среднее – 31,0-60,9 %; сильное – 61,0 % и выше (Сердюк, 2024).

В результате исследований установлено, что у всех проростков, находящихся в сосудах с культуральной жидкостью патогена, отмечены симптомы проявления болезни (потемнение тканей корней в разной степени и увядание проростков) в разной степени, т.е. распространенность болезни и у восприимчивых, и у устойчивых селекционных образцов составила 100 %. Исключение составили устойчивые образцы горчицы черной, у которых количество проростков с симптомами болезни составило в среднем 60,0 %. В контрольном варианте все проростки рапса, рыжика и разных видов горчицы продолжали развиваться и расти, имели здоровый корень с многочисленными корневыми волосками, стебель и зеленые семядольные листья (рисунок 48).



а

б

Рисунок 48 – Реакция проростков восприимчивого к фузариозу образца горчицы сарептской на метаболиты *F. oxysporum* (ориг.), помещенных в: а) культуральную жидкость; б) стерильную воду (контрольный вариант)

Реакция восприимчивых в полевых условиях образцов рапса, разных видов горчицы и рыжика на действие метаболитов выражена более отчетливо: развитие болезни на них было значительно выше по сравнению с устойчивыми селекционными образцами (таблица 69).

Таблица 69 – Влияние комплекса метаболитов гриба *F. oxysporum*, содержащихся в культуральной жидкости, на распространенность и развитие фузариозного увядания на проростках яровых масличных культур семейства Капустные, 2022 г.

Культура	Проявление признаков фузариозного увядания на образцах			
	Восприимчивый* образец		Устойчивый образец	
	P**, %	R, %	P, %	R, %
Рапс яровой	100	62,3	100	30,0
Горчица сарептская яровая	100	60,5	100	38,5
Горчица белая	100	80,0	100	56,3
Горчица черная	100	48,5	60,0	26,3
Рыжик яровой	100	64,2	100	39,4

Примечание: \* - Восприимчивый и устойчивый в полевых условиях образец;

\*\* - P, % – распространенность болезни, R, % – развитие болезни

У восприимчивых образцов яровых масличных культур семейства Капустные оно было сильным – 60,5-80,0 % за исключением образцов горчицы черной со средним уровнем развития болезни – 48,5 %. У устойчивых образцов развитие болезни было средним на всех культурах: 26,3-56,3 %. Наименьшим оно отмечено на горчице черной – 26,3 %.

Таким образом, комплексы метаболитов грибов *F. oxysporum* и *L. maculans*, находившиеся в культуральной жидкости, проявляли высокотоксичные свойства и оказывали негативное влияние на проростки яровых и озимых масличных культур семейства Капустные, и, в большей степени, восприимчивых селекционных образцов. Разная реакция у контрастных по устойчивости селекционных образцов служит обоснованием возможности применения метаболитов в лабораторных условиях при оценке на устойчивость яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика к фузариозному увяданию, а озимых рапса и горчицы сарептской – к фомозу.

**6 БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ КОМПЛЕКСА  
ФИТОПАТОГЕНОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА  
КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ  
ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Как следует из экспериментальных данных, гидротермический коэффициент и средняя относительная влажность воздуха в целом за период с первой декады мая по вторую декаду июля в условиях степной зоны Западного Предкавказья не оказывают влияния на распространенность болезней масличных культур семейства Капустные, в том числе и вредоносных. При уровне увлажнения среды от недостаточного до избыточного (ГТК = 0,7-1,6) в сочетании со средней относительной влажностью воздуха 56-71 % фиксировалась средняя и высокая распространенность доминирующих болезней со степенью поражения растений вплоть до высшего балла шкалы во все годы исследований. В связи с этим, независимо от прогноза погодных явлений, необходимо ежегодно проводить профилактические обработки посевов масличных культур фунгицидами с целью сохранения количественных и качественных характеристик урожая.

В «Реестре пестицидов и агрохимикатов ...» (до 2025 г. «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов ...» до 2024 г. не были зарегистрированы препараты биологического происхождения для применения на рапсе, в связи с этим, мы изучали фунгициды химические. Более того, в «Реестре ...» до настоящего времени отсутствуют фунгициды для использования на озимых и яровых горчице сарептской и рыжике, а также горчице белой и горчице черной. Результаты наших исследований биологической эффективности фунгицидов на основе различных действующих веществ (разрешенных для применения на рапсе, как ведущей масличной культуре семейства Капустные) позволят рекомендовать лучшие из них фирмам-оригинаторам для проведения ими

регистрации препаратов с целью включения их в «Реестр ...» для применения на рыжике и разных видах горчицы.

Фирмы, производящие химические препараты, предлагают свой спектр фунгицидов с целью снижения вредоносности болезней рапса (Измайлов и др., 2011; Комплексная защита ... , 2023; Программируем урожайность ... , 2023). Однако не все препараты для обработки семян и вегетирующих растений действуют одинаково эффективно. Кроме этого, иногда период применения фунгицидов, используемых в течение вегетации, растянут; например, предлагается применять препараты в фазе стеблевания-бутонизации (Измайлов и др., 2011). Поэтому перед нами встала задача выявить наиболее эффективные, малоопасные с экологической точки зрения для растений фунгициды с целью применения не только на озимом и яровом рапсе, но также и на горчице сарептской (озимой и яровой), горчице белой, горчице черной и рыжике яровом против наиболее опасных болезней: на яровых культурах – фузариозного увядания и альтернариоза, на озимых – против фомоза и альтернариоза. Вместе с тем, необходимо было определить конкретные фазы вегетации культур, когда применение препаратов против болезней является наиболее эффективным.

На рыжике озимом испытания препаратов с целью уменьшения вредоносности пероноспороза не проводили, т.к. возбудитель болезни относится к грибоподобным организмам, против которых в настоящее время препараты в «Реестре...» отсутствуют даже на рапсе.

### **6.1 Биологическая эффективность предпосевной обработки семян масличных культур семейства Капустные фунгицидными протравителями**

Гарантией хорошо развитых взрослых растений являются проростки, полученные из семян с высокими энергией прорастания и всхожестью. Согласно ГОСТ Р 52325-2005, лабораторная всхожесть семян масличных культур семейства Капустные для селекционных целей должна быть не ниже

90 % (ГОСТ Р 52325-2005). Всхожесть посевного материала культур может снижаться из-за поражения семян возбудителями болезней в течение вегетации или во время хранения.

В течение всех лет исследований ежегодно определяли лабораторную всхожесть семян яровых и озимых рапса, горчицы сарептской, рыжика, яровых горчицы белой и горчицы черной, а также их инфицирование патогенными организмами. Результаты исследований показали, что разница между сортами одной культуры в этих вопросах отсутствовала, поэтому данные представлены, в среднем, по культурам.

Лабораторная всхожесть семян всех культур превышала 90,0 %, составив 91,0-98,0 %, за исключением рапса, как озимого, так и ярового, лабораторная всхожесть семян которого составила, в среднем, 82,0-88,0 %. Установлено, что на снижение всхожести семян прямое влияние оказывало их поражение фитопатогенными организмами, которые попадали внутрь семян во время вегетации или уборки урожая (таблица 70).

Таблица 70 – Влияние внутреннего инфицирования семян масличных культур семейства Капустные патогенами на лабораторную всхожесть семян, 2011-2022 гг.

Культура	Лабораторная всхожесть семян, %			
	всхожие (всего)	всхожие здоровые	семян с инфекцией	
			всхожие	невсхожие (сгнившие)
1	2	3	4	5
Озимая форма				
Рапс	82,0±2,4	78,7±2,2	3,3±0,4	18,0±1,8
Горчица сарептская	91,0±2,0	88,1±1,0	2,9±0,3	9,0±1,0
Рыжик*	95,0±1,6	95,0±0,6	0	5,0±0,8
Яровая форма				
Рапс	88,0±1,5	84,9±1,4	3,1±0,6	12,0±1,0
Горчица сарептская	92,0±2,0	86,4±1,0	5,6±0,4	8,0±1,0

Продолжение таблицы 70

1	2	3	4	5
Горчица белая	94,0±2,0	92,0±2,0	2,0±0,4	6,0±0,6
Горчица черная	94,0±0,8	94,0±2,0	0	6,0±0,4
Рыжик*	98,0±1,0	98,0±1,0	0	2,0±0,4

Примечание: \* - Инфицирование семян отмечено с 2013 г.

Наибольшее количество гнивших семян отмечено у озимого и ярового рапса: 18,0 и 12,0 %, у остальных культур значительно ниже: у яровой и озимой горчицы сарептской 8,0 и 9,0 %, горчицы белой и горчицы черной – по 6,0 %, рыжика ярового и озимого – 2,0 и 5,0 % соответственно.

Результаты фитоэкспертизы показали наличие в пораженных семенах масличных культур семейства Капустные следующих патогенных и условно патогенных грибов:

- род *Alternaria* spp. (*A. brassicae*, *A. brassicicola*, *A. raphani*);
- род *Fusarium* spp. (*F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*);
- род *Aspergillus* spp. (*A. niger*, *A. flavus*);
- род *Penicillium* spp. (*P. lanosocoeruleum*, *P. citrinum*);
- *Mucor mucedo* Fresen.

Видовой состав установленных микромицетов не зависел от культуры. Из семян всех изученных культур выделены одни и те же виды в разных соотношениях. Из большинства пораженных семян изученных культур выделены грибы рода *Alternaria* spp., их количество составило 1,5-18,0 % (таблица 71).

Поражение семян грибами рода *Fusarium* Link было значительно ниже и составило 0,6-1,8 %. Отмечено отсутствие поражения возбудителями фузариоза семян озимого и ярового рыжика.

Грибами, вызывающими плесневение семян при хранении (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *M. mucedo*), было поражено также небольшое количество

семян – 0,3-3,5 %. В семенах рыжика ярового и горчицы черной эти патогены отсутствовали.

Таблица 71 – Внутреннее инфицирование семян масличных культур семейства Капустные патогенами, 2011-2022 гг.

Культура	Количество семян, инфицированных патогенами, %			
	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>M. mucedo</i>	Бактерии <i>Xanthomonas</i> Dows., <i>Pseudomonas</i> Migula
Озимая форма				
Рапс	18,0±2,0	1,0±0,4	2,0±0,4	0,3±0,1
Горчица сарептская	11,0±1,0	0,6±0,1	0,3±0,1	0
Рыжик*	1,5±0,5	0	3,5±0,3	0
Яровая форма				
Рапс	12,0±2,0	1,6±0,2	1,5±0,2	0
Горчица сарептская	10,0±1,0	1,0±0,2	2,0±0,6	0,6±0,1
Горчица белая	5,0±0,5	1,8±0,4	1,2±0,4	0
Горчица черная	5,0±0,6	1,0±0,4	0	0
Рыжик*	2,0±0,2	0	0	0

Примечание: \* - Инфицирование семян отмечено с 2013 г.

Патогенные бактерии родов *Xanthomonas* Dows. и *Pseudomonas* Migula. были выделены в единичных случаях только из семян рапса озимого и горчицы сарептской яровой. Количество пораженных семян составило всего 0,3-0,6 % от общего количества семян.

С целью снижения внутреннего инфицирования семян масличных культур семейства Капустные патогенными микроорганизмами были испытаны препараты, рекомендованные к применению на рапсе. Семена озимого и ярового рыжика протравителями не обрабатывали, т.к. у этой культуры количество пораженных возбудителями болезней семян было наименьшим.

В 2011-2013 гг. действие протравителей испытывали на семенах озимых и яровых рапса и горчицы сарептской, в 2018-2021 гг. спектр культур расширили – добавили горчицу белую и горчицу черную, а также произвели замену некоторых протравителей: вместо препарата, содержащего тебуконазол (60 г/л), в эти годы изучали фунгицид с действующими веществами имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), вместо препарата, в которых входили д.в. флудиоксонил + мефеноксам (8 + 32,3 г/л) изучали протравитель с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) (таблица 72).

Таблица 72 – Влияние фунгицидных протравителей на внутреннее инфицирование патогенами семян масличных культур семейства Капустные, 2011-2013, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма применения препарата, л/т	Количество семян, инфицированных патогенами, %					
		Рапс озимый	Горчица сарептская озимая	Рапс яровой	Горчица сарептская яровая	Горчица белая	Горчица черная
1	2	3	4	5	6	7	8
2011-2013 гг.							
Контроль (без обработки)	–	14,0±2,2	8,0±2,0	16,0±1,8	10,0±1,6	–	–
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	1,0±0,6	0	0	0	–	–
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	2,0±0,4	1,0±0,3	0	1,0±0,6	–	–
Тебуконазол, КС (60 г/л)	0,4	1,0±0,2	0	1,0±0,2	1,0±0,2	–	–
Флудиоксонил + мефеноксам, КС (8 + 32,3 г/л)*	15,0	0	0	0	0	–	–
2018-2021 гг.							
Контроль (б/о)	–	12,0±2,4	8,0±0,7	13,0±1,4	9,0±1,8	6,0±1,4	3,0±1,0
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	1,0±0,4	0	0	0	0	0
Карбоксин + тирам, ВСК (200+200 г/л)	2,0	0	0	0	0	1,0±0,5	1,0±0,4

Продолжение таблицы 72

1	2	3	4	5	6	7	8
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	1,0±0,2	1,0±0,3	0	0	2,0±0,4	1,0±0,2
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)*	12,5	0	0	0	0	0	0

Примечание: \* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

Результаты фитоэкспертизы показали, что количество инфицированных семян в контрольных вариантах без обработки семян составило: в 2011-2013 гг. от 8 (у горчицы сарептской озимой) до 16 % (у рапса ярового), в 2018-2021 гг. – от 3 (у горчицы черной) до 13 % (у рапса ярового).

Протравители с действующими веществами флудиоксонил + мефеноксам и флудиоксонил + дифеноконазол полностью подавляли внутреннюю семенную инфекцию на всех культурах. При применении протравителей с действующими веществами тирам (400 г/л), тебуконазол (60 г/л), имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) количество семян, из которых выделены патогены, составило 1-2 %.

Таким образом, протравливание семян масличных культур семейства Капустные препаратами с изученными действующими веществами перед посевом позволило существенно снизить уровень их внутреннего инфицирования патогенами.

Протравители, эффективно снижая степень инфицированности семян культур, не должны оказывать негативного влияния на процесс их прорастания, поэтому в ходе исследований была определена лабораторная всхожесть обработанных и семян контрольного варианта (без обработки) (таблица 73).

Установлено, что препараты с действующими веществами тирам (400 г/л), карбоксин + тирам (200 + 200 г/л), флудиоксонил + мефеноксам (8 + 32,3 г/л) и флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) не оказывали отрицательного действия на прорастание семян, однако лабораторная

всхожесть семян в 2011-2013 гг. в вариантах с препаратами с д.в. тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) была незначительно ниже контроля (на 2 и 2-4 % соответственно). Только в варианте с препаратом с д.в. тирам (400 г/л) на рапсе яровом она была на уровне с контролем.

Таблица 73 – Влияние фунгицидных протравителей на лабораторную всхожесть семян масличных культур семейства Капустные, 2011-2013, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма применения препарата, л/т	Лабораторная всхожесть семян, %					
		Рапс озимый	Горчица сарептская озимая	Рапс яровой	Горчица сарептская яровая	Горчица белая	Горчица черная
2011-2013 гг.							
Контроль (без обработки)	–	92,0±2,6	95,0±2,0	94,0±2,6	96,0±2,0	–	–
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	90,0±2,0	93,0±1,0	94,0±1,0	94,0±0,6	–	–
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	88,0±1,2	92,0±1,0	92,0±1,0	94,0±0,4	–	–
Тебуконазол, КС (60 г/л)	0,4	81,0±3,0	2,0±1,0	84,0±2,4	3,0±1,0	–	–
Флудиоксонил + мефеноксам, КС (8 + 32,3 г/л)*	15,0	95,0±1,0	96,0±2,6	97,0±1,0	96,0±1,4	–	–
2018-2021 гг.							
Контроль (без обработки)	–	94,0±2,8	96,0±2,0	90,0±3,0	92,0±2,4	98,0±1,0	96,0±2,0
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	93,0±1,0	92,0±1,2	90,0±3,0	91,0±1,0	96,0±1,2	93,0±1,6
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	92,0±1,0	93,0±1,0	90,0±2,8	90,0±1,5	95,0±1,0	92,0±1,0
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	84,0±0,6	1,0±0,6	80,0±2,0	1,0±0,4	72,0±1,0	70,0±0,4
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)*	12,5	96,0±1,0	98,0±1,0	96,0±1,0	95,0±1,4	98,0±1,0	97,0±1,0

Примечание: \* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В 2018-2021 гг. лабораторная всхожесть семян в этих вариантах снижалась на всех культурах на 1-4 и 2-4 % соответственно, кроме рапса ярового (всхожесть находилась на уровне с контролем).

В вариантах с препаратами с д.в. флудиоксонил + мефеноксам (8 + 32,3 г/л) и флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) лабораторная всхожесть семян была выше контроля на 1-3 и 1-6 % за исключением в 2011-2013 гг. в варианте с горчицей сарептской яровой, в 2018-2021 гг. – с горчицей белой, где лабораторная всхожесть семян отмечена на уровне с контролем.

В вариантах с использованием препаратов с д.в. тебуконазол (60 г/л) и имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л) лабораторная всхожесть семян снизилась по сравнению с контролем: у рапса озимого и ярового – на 10-11 и 10-12 % соответственно, у горчицы белой и горчицы черной – на 26 и 16 % соответственно, а лабораторная всхожесть семян горчицы сарептской озимой и яровой в этих вариантах составила 1-2 и 1-3 % соответственно.

Таким образом, негативного влияния на лабораторную всхожесть семян всех изученных озимых и яровых масличных культур семейства Капустные в годы исследований не оказывали только протравители, в состав которых входило действующее вещество флудиоксонил (8 или 25 г/л).

При использовании химических препаратов для обработки семян необходимо знать об их влиянии на состояние проростков культур, так как от этого зависит, насколько интенсивно растения будут развиваться на начальных этапах онтогенеза. В связи с этим, нами изучено влияние химических протравителей на биометрические показатели проростков масличных культур семейства Капустные: длину корня и высоту стебля.

При проведении измерений биометрических показателей проростков всех масличных культур семейства Капустные выявлено, что внутри каждого варианта высота их стебля заметно варьировала, поэтому все данные сгруппированы в классы с определением основного (модального) класса.

Препарат с действующими веществами (д.в.) имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л) в таблицах по озимой и яровой горчице сарептской, а также

горчице черной не представлен, т.к. всхожесть семян культур в этом варианте практически отсутствовала.

При изучении рапса озимого минимальная высота стебля проростков составила 10 мм, максимальная – 48 мм, все данные были сгруппированы в классы: «до 20», «21-30», «31-40», «41 и более» мм (таблица 74).

Во всех вариантах, в том числе и контрольном, модальным являлся класс «21-30 мм» (у 42-58 % проростков от общего количества). Наибольшее количество проростков с такой высотой стебля отмечено в контрольном варианте (58 %). Высота стебля от 31 до 40 мм чаще всего встречалась в варианте с применением препарата с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) (33 % от общего количества проростков).

Средняя высота стебля проростков существенно превысила контроль в варианте с использованием препарата с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л), составив 29 мм. В остальных вариантах средняя высота стебля существенно снизилась по сравнению с контролем, что подтверждается данными фактического t-критерия.

В результате измерений длины корня проростков рапса озимого установлено, что минимальная длина корня в опыте составила 20 мм, максимальная – 80 мм. Все данные были сгруппированы в классы: «до 25», «26-40», «41-55», «56-70», «71 и более» мм.

Отмечено, что в контроле наиболее часто встречались проростки с длиной корня 26-40 мм и 41-55 мм (35 и 37 % от общего количества проростков). В варианте с препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) модальным классом являлся «56-70» мм. В остальных вариантах большинство проростков имели длину корня 26-40 мм (48-58 % проростков), а количество проростков с длиной корня до 25 мм превысило контроль в 3-4 раза.

Средняя длина корня проростков рапса в варианте препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) значительно превысила контроль (на 13 мм), в остальных вариантах – существенно ниже контроля (на 8-14 мм), что подтверждается данными t-критерия.

Таблица 74 – Влияние фунгицидных протравителей на размеры проростков рапса озимого, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма применения, л/т	Количество проростков, % с высотой стебля, мм				Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*	Количество проростков, % с длиной корня, мм					Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 20	21-30	31-40	41 и более			до 25	26-40	41-55	56-70	71 и более		
Контроль (без обработки)	-	12	58	28	2	44	-	7	35	37	21	8	44	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	17	44	22	5	36	2,70	20	48	14	18	0	35	2,68
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	30	45	23	2	35	2,68	22	54	10	14	0	30	2,08
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	38	42	18	2	30	2,08	30	58	12	0	0	57	3,78
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	14	47	33	6	57	3,78	0	17	26	47	10	44	-

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05; \*\* - Действующие вещества входят в состав препарата, содержащего инсектицидный компонент

Таблица 75 – Влияние фунгицидных протравителей на размеры проростков горчицы сарептской озимой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма применения, л/т	Количество проростков, % с высотой стебля, мм			Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*	Количество проростков, % с длиной корня, мм				Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 13	14-20	21-26			до 25	26-40	41-55	56 и более		
Контроль (без обработки)	-	22	63	-	17	-	13	66	21	0	35	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	57	33	10	12	1,91	57	30	13	0	28	2,69
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	60	28	12	10	1,82	60	29	11	0	25	2,52
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	3	73	24	19	2,80	0	13	61	26	50	3,74

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05; \*\* - Действующие вещества входят в состав препарата, содержащего инсектицидный компонент

Следовательно, при обработке семян рапса озимого препаратами с д.в. тирам (400 г/л), карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) и имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л) увеличивалось количество проростков с длиной корня до 25 мм, т.е. происходит задержка роста корня проростков. Это может негативно отразиться на нормальном развитии растений рапса озимого. Применение препарата с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) способствовало увеличению длины корня рапса озимого, что благоприятно сказывается на укоренении растений и их перезимовке.

Измерения биометрических характеристик проростков горчицы сарептской озимой всех вариантов показали, что минимальная высота стебля проростков в опыте составила 10 мм, максимальная – 26 мм, поэтому данные были сгруппированы в классы: «до 13», «14-20», «21-26» мм (таблица 75).

В контроле и варианте с использованием препарата с действующими веществами флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) у 63 и 73 % проростков высота стебля составляла 14-20 мм. В вариантах с препаратами с действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) модальным являлся класс «до 13 мм» (57-60 % проростков горчицы от общего количества).

Средняя высота стебля в варианте с протравителем на основе флудиоксонила и дифеноконазола (25 + 25 г/л) существенно превысила контроль и составила 19 мм, а в остальных вариантах она была существенно меньше (10-12 мм), что подтверждается данными t-критерия. В этих вариантах фактический t-критерий (1,82-1,91) значительно ниже теоретического (2,77).

Таким образом, обработка семян рапса озимого препаратами с действующими веществами карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) и имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), а также семян горчицы сарептской озимой препаратами с действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) приводит к увеличению количества проростков с очень коротким стеблем. Такие растения, вероятнее всего, будут медленнее

развиваться и не успеют вовремя сформировать розетку листьев необходимых параметров для благополучной перезимовки.

Измерение размеров корня проростков горчицы сарептской озимой показало, что минимальная его длина в опыте составила 18 мм, максимальная – 65 мм, данные собраны в классы: «до 25», «26-40», «41-55», «56 и более» мм.

В контрольном варианте модальным являлся класс «26-40 мм» (у 66 % от общего количества проростков). В варианте с препаратом с действующими веществами флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) у большинства проростков длина корня превышала таковую в контроле и составляла 41-55 мм (61 % проростков). В вариантах с препаратами с действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) 57 и 60 % проростков имели длину корня до 25 мм, что превышает количество проростков с такой длиной корня в контроле в 4,4-4,6 раза.

Средняя длина корня проростков горчицы озимой в варианте с препаратом на основе флудиоксонила и дифеноконазола (25 + 25 г/л) существенно больше (на 15 мм), а в вариантах с препаратами с действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) – существенно меньше контрольного варианта (на 7 мм). Показатели фактического t-критерия являются подтверждением значимой разницы между значениями длины корня в вариантах и контроле.

Следовательно, при обработке семян горчицы озимой препаратами с действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) увеличивалось количество проростков с коротким корнем (до 25 мм), что может являться причиной не оптимального развития и укоренения растений горчицы озимой. При обработке семян горчицы препаратом на основе флудиоксонила и дифеноконазола (25 + 25 г/л) увеличивалось количество проростков с длиной корня 41-55 мм, что способствует лучшему укоренению и успешной перезимовке растений.

Таким образом, обработка семян рапса озимого препаратами с действующими веществами карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) и имазалил +

тебуконазол (100 + 60 г/л), а также семян горчицы сарептской озимой препаратами с действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) приводит к увеличению количества проростков с очень коротким стеблем. Такие растения, вероятнее всего, будут медленнее развиваться и не успеют вовремя сформировать розетку листьев необходимых параметров для благополучной перезимовки.

Препараты с изученными действующими веществами оказывали угнетающее действие на развитие корней проростков озимых рапса и горчицы сарептской вследствие токсичного действия на клетки растений продуктов их разложения за исключением протравителя, содержащего флудиоксонил и дифеноконазол (25 + 25 г/л).

При изучении влияния протравителей на высоту стебля проростков рапса ярового установлено, что минимальный показатель в опыте составил 11 мм, максимальный – 65 мм. В данные были сгруппированы в классы: «до 20», «21-35», «36-50», «51-65» мм (таблица 76).

Наиболее часто встречающимся (42-64 % проростков рапса от общего количества) являлся класс «36-50 мм» во всех вариантах за исключением варианта с применением препарата с действующими веществами имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), где модальным являлся класс «21-35» мм (60 % проростков).

Средняя высота стебля проростков рапса ярового во всех вариантах была на одном уровне, составив 42-47 мм, за исключением препарата с действующими веществами имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), где она была меньше контроля на 13 мм, что подтверждается данными t-критерия.

Фактический t-критерий (2,04) в варианте с действующими веществами имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л) существенно ниже теоретического t-критерия.

В ходе измерений длины корня проростков рапса ярового установлено, что минимальная величина в опыте составила 32 мм, максимальная – 145 мм, поэтому данные были сгруппированы в классы: «до 45», «46-70», «71-95», «96-120», «121-145» мм.

Таблица 76 – Влияние фунгицидных протравителей на размеры проростков рапса ярового, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма применения, л/т	Количество проростков, % с высотой стебля, мм				Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*	Количество проростков, % с длиной корня, мм					Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 20	21-35	36-50	51-65			до 45	46-70	71-95	96-120	121-145		
Контроль (без обработки)	-	0	14	64	22	46	-	2	18	26	42	12	96	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	2	20	44	34	44	2,75	4	14	46	34	2	86	2,67
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	3	25	42	30	42	2,73	6	16	50	28	0	83	2,06
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	35	60	5	0	33	2,04	18	48	32	2	0	74	1,88

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05;\*\* - Действующие вещества входят в состав препарата, содержащего инсектицидный компонент

Таблица 77 – Влияние фунгицидных протравителей на размеры проростков горчицы сарептской яровой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма применения, л/т	Количество проростков, % с высотой стебля, мм				Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*	Количество проростков, % с длиной корня, мм					Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 20	21-30	31-40	41-50			до 45	46-65	66-85	86-105	106-125		
Контроль (без обработки)	-	2	12	56	30	37	-	2	12	46	24	16	84	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	2	56	38	4	30	2,70	74	22	4	0	0	39	1,02
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	2	65	31	2	28	2,68	79	19	2	0	0	36	1,00
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	0	20	54	26	37	2,77	4	10	40	32	14	84	2,77

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05;\*\* - Действующие вещества входят в состав препарата, содержащего инсектицидный компонент

Наиболее часто встречающимся в контроле и варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифеноконазола (25 + 25 г/л) являлся класс «96-120 мм» – 42 и 46 % проростков рапса от общего количества имели такую длину корня, а при обработке семян препаратами с д.в. тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) у большей части проростков (46 и 50 % от общего количества) длина корня была значительно короче. Большинство проростков в этом варианте имело длину корня 71-95 мм, а в варианте с применением препарата с действующими веществами имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л) модальным являлся класс «46-70 мм».

Показатель средней длины корня проростков рапса в варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифеноконазола (25 + 25 г/л) существенно превысил контроль (99 против 96 мм). В остальных вариантах средняя длина корня была существенно короче – от 74 до 86 мм.

При изучении горчицы сарептской яровой минимальная высота стебля проростков в опыте составила 15 мм, максимальная – 50 мм. На основании методов математической статистики данные сгруппированы в классы: «до 20», «21-30», «31-40», «41-50» мм (таблица 77).

В варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифеноконазола (25 + 25 г/л) и контрольном варианте наиболее часто встречались проростки горчицы с высотой стебля 31-40 мм (54 и 56 % от общего количества проростков). Такая высота стебля проростков, по нашим наблюдениям, является достаточной для того, чтобы семядольные листья появились над поверхностью почвы вовремя.

В вариантах, где использованы препараты с действующими веществами тирам (400 г/л) (эталон) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) модальным являлся класс «21-30 мм» (56 и 65 % проростков от общего количества), что недостаточно для нормального развития растений горчицы сарептской.

Средняя высота стебля проростков горчицы сарептской составила в варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифеноконазола (25 + 25 г/л) 37 мм, что находится на уровне с контрольным вариантом. В вариантах с

действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) средняя высота стебля была заметно короче – 30 и 28 мм соответственно. Данные фактического t-критерия показывают, что в этих двух вариантах длина стебля существенно ниже контроля.

Минимальная величина корня проростков горчицы сарептской яровой в опыте составила 30 мм, максимальная – 125 мм, поэтому данные были сгруппированы в классы: «до 45», «46-65», «66-85», «86-105», «106-125» мм.

В контрольном и варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифеноконазола (25 + 25 г/л) наиболее часто встречались проростки горчицы сарептской яровой с длиной корня 66-85 мм (40 и 46 % от общего количества проростков), что является достаточным для оптимального развития корневой системы растений горчицы. Количество проростков с наибольшей длиной корня (106-125 мм) в этих вариантах также было на одном уровне (14 и 16 % проростков).

В вариантах с препаратами действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) модальным являлся класс «до 45 мм» (74-79 % проростков от общего количества). При такой длине корня проростков, по нашим наблюдениям, растения не могут вовремя сформировать нормально развитую корневую систему. Помимо этого, в вариантах с этими препаратами не выявлено проростков горчицы сарептской с корнями свыше 85 мм.

Соответственно, средняя длина корня проростков горчицы сарептской в варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифеноконазола (25 + 25 г/л) находилась на одном уровне с контролем и составила 84 мм. В вариантах с препаратами на основе действующих веществ тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) средняя длина корня была существенно короче – 36 и 39 мм.

В результате измерений высоты стебля проростков горчицы белой установлено, что минимальное значение показателя в опыте составило 10 мм, максимальное – 55 мм, поэтому данные были сгруппированы в классы: «до 15», «16-25», «26-35», «36-45», «46-45» мм (таблица 78).

Во всех вариантах модальным являлся класс «26-35 мм» (у 39-46 % проростков от общего количества) за исключением препарата с действующими веществами имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л). Протравитель с этими действующими веществами резко уменьшал высоту стебля проростков горчицы белой. Модальным классом в этом варианте являлся «до 15» мм (47 % проростков).

Средняя высота стебля проростков в контроле и варианте с использованием препарата на основе флудиоксонала и дифеноконазола (25 + 25 г/л) была на одном уровне, составив 34-36 мм. В остальных вариантах средняя высота стебля существенно снизилась по сравнению с контролем, что подтверждается данными фактического t-критерия.

Измерения линейных размеров проростков горчицы белой показали, что минимальная длина корня составила 20, а максимальная – 125 мм, поэтому данные были сгруппированы в классы: «до 25», «26-50», «51-75», «76-100», «101-125» мм. Во всех вариантах, так же, как и в контроле, модальным классом являлся «76-100 мм», за исключением варианта с применением препарата с действующими веществами имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), где модальными являлись два класса: «51-75 мм» и «76-100 мм», так как количество проростков с такой длиной корня в этих классах было на одном уровне (37 и 42 %).

Показатель средней длины корня существенно превышал контроль только в варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифеноконазола (25 + 25 г/л) – на 4 мм. В вариантах с остальными препаратами показатели средней длины корня меньше таковых в контроле на 3-6 мм.

В ходе измерений высоты стебля проростков горчицы черной установлено, что минимальная его длина составила 20 мм, максимальная – 41 мм, поэтому данные были сгруппированы в классы: «20-29», «33-39», «40 и более» мм (таблица 79).

Таблица 78 – Влияние фунгицидных протравителей на размеры проростков горчицы белой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма применения, л/т	Количество проростков, % с высотой стебля, мм					Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*	Количество проростков, % с длиной корня, мм					Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 15	16-25	26-35	36-45	46-55			до 25	26-50	51-75	76-100	101-125		
Контроль (без обработки)	-	1	14	43	33	9	34	-	3	10	26	44	17	80	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	1	28	39	30	2	30	2,71	1	12	32	41	14	77	2,68
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	1	27	40	30	2	31	2,73	1	13	30	42	14	76	2,65
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	47	38	15	0	0	28	2,70	2	14	37	42	5	74	2,62

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05;\*\* - Действующие вещества входят в состав препарата, содержащего инсектицидный компонент

Таблица 79 – Влияние фунгицидных протравителей на размеры проростков горчицы черной, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма применения, л/т	Количество проростков, % с высотой стебля, мм			Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*	Количество проростков, % с длиной корня, мм				Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		20-29	30-39	40 и более			до 20	21-40	41-60	61-80		
Контроль (без обработки)	-	33	60	7	31	-	6	28	46	20	48	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	59	41	0	28	2,68	9	38	40	13	44	2,72
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	61	39	0	26	2,64	7	53	32	8	40	2,67
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	29	62	9	33	2,79	5	23	48	24	52	2,82

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05;\*\* - Действующие вещества входят в состав препарата, содержащего инсектицидный компонент

В контрольном и варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифенокназола (25 + 25 г/л) наиболее часто встречались проростки горчицы черной с высотой стебля 30-39 мм (62 и 60 % от общего количества проростков). Такая высота стебля проростков является достаточной для того, чтобы семядольные листья появились над поверхностью почвы вовремя.

В вариантах, где использованы препараты с действующими веществами тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) модальным являлся класс «20-29 мм» (59 и 61 % проростков от общего количества), что недостаточно для нормального развития растений горчицы черной. Средняя высота стебля в этих вариантах значительно меньше по сравнению с контролем, что подтверждается данными фактического t-критерия.

В ходе изучения биометрических характеристик проростков горчицы черной отмечено, что минимальная длина корня составила 15, максимальная – 80 мм, поэтому все данные были сгруппированы в классы: «до 20», «21-40», «41-60», «61-80» мм.

В контрольном и варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифенокназола (25 + 25 г/л) наиболее часто встречались проростки горчицы черной с длиной корня 41-60 мм (46 и 48 % от общего количества проростков). В варианте с препаратом с д.в. тирам (400 г/л) модальными являлись два класса: «21-40» и «41-60» мм. Такую длину корня имели 38 и 40 % проростков. А в варианте с препаратом с действующими веществами карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) большинство проростков имели длину корня 21-40 мм. В этом же варианте отмечено наименьшее количество проростков горчицы черной с длиной корня от 61 до 80 мм (8 %), что ниже контроля на 12 %, а остальных вариантов – на 5-16 % проростков.

Показатель средней длины корня существенно превышал контроль в варианте с препаратом на основе флудиоксонала и дифенокназола (25 + 25 г/л) – на 4 мм, что подтверждается данными фактического t-критерия. В остальных вариантах средняя длина корня проростков горчицы черной значительно меньше контроля (на 4-8 мм).

Таким образом, препарат для обработки семян, содержащий в качестве действующих веществ флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л), с нормой применения 12,5 л/т являлся оптимальным для всех изученных масличных культур семейства Капустные, так как не оказывал фитотоксичного влияния на проростки: их биометрические показатели (линейные размеры стебля и корня) находились на уровне с таковыми в контроле или значительно их превышали.

В настоящее время нет однозначного мнения по вопросу влияния химических фунгицидов на почвенную микофлору. Одни исследователи считают, что от применения фунгицидов сельхозпроизводители получают не столько пользы для защиты посевов, сколько вреда от того, что препараты загрязняют почву и окружающую среду (Кандыбин, Смирнов, 1995; Новожилов и др., 1999; Ижевский, 2006). В других исследованиях показано, что количество микроскопических грибов при применении химических протравителей семян, например, фурадана при обработке семян горчицы сарептской, не оказывает влияния на снижение их численности по сравнению с контролем (Иванцова, 2013).

В связи с разногласиями по этому вопросу, мы изучили влияние химических протравителей семян на содержание микромицетов в почве. Для этого проводили предпосевную обработку семян рапса ярового препаратами с действующими веществами, относящимся к разным химическим классам, и высевали в полевых условиях одновременно с контрольным вариантом (без обработки семян). Пробы почвы для лабораторного анализа брали перед посевом семян, в фазах 2-4 настоящих листа и желтого стручка культуры, акцент делали на определение содержания почвенных грибов-супрессоров *Trichoderma* Pers. и патогенных микромицетов *Fusarium* Link.

Перед посевом семян рапса ярового содержание грибов *Trichoderma* Pers. в почве опытного участка составляло  $4,9 \times 10^3$  КОЕ/г, *Fusarium* Link –  $16,8 \times 10^3$  КОЕ/г (таблица 80).

Таблица 80 – Влияние химических протравителей семян на содержание микромицетов *Trichoderma Pers.* и *Fusarium Link* в почве агроценоза рапса ярового (степная зона Западного Предкавказья, 2020-2022 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/т	Содержание микромицетов в почве, КОЕ/г в фазе вегетации рапса		t-критерий факт.** (фаза 2-4 настоящих листа/желтый стручок)
		2-4 настоящих листа	желтый стручок	
<i>Trichoderma Pers.</i> (перед посевом – $4,9 \times 10^3$ КОЕ/г)				
Контроль (без обработки)	-	$5,6 \times 10^3$	$7,7 \times 10^3$	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	$5,0 \times 10^3$	$7,4 \times 10^3$	2,14/2,00
Карбоксин + тирам, ВСК (200+200 г/л)	2,0	$5,2 \times 10^3$	$7,3 \times 10^3$	2,62/2,58
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	$5,8 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	2,70/2,15
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)*	12,5	$6,2 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$	3,24/2,10
<i>Fusarium Link</i> (перед посевом – $16,8 \times 10^3$ КОЕ/г)				
Контроль (без обработки)	-	$3,9 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	$3,0 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	3,00/4,10
Карбоксин + тирам, ВСК (200+200 г/л)	2,0	$3,3 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$	2,16/4,20
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	$2,9 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	3,10/5,42
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)*	12,5	$2,7 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$	3,21/5,64

Примечание: \* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В фазе 2-4 настоящих листа содержание грибов *Trichoderma Pers.* в почве увеличилось во всех вариантах, включая контрольный. Однако в вариантах с препаратами, содержащими действующие вещества тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) их содержание было незначительно ниже контроля, составив  $5,0-5,2 \times 10^3$  КОЕ/г. В варианте с препаратом с действующими

веществами имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л) количество грибов *Trichoderma Pers.* в почве незначительно превысило контрольный вариант (на  $0,2 \times 10^3$  КОЕ/г), а с препаратом на основе флудиоксонила и дифеноконазола, (25 + 25 г/л) – существенно превысило (на  $0,6 \times 10^3$  КОЕ/г), что подтверждается данными фактического t-критерия.

К моменту созревания рапса количество почвенных грибов-супрессоров в вариантах с применением препаратов было на уровне с контролем, увеличившись и составило  $7,3-8,0 \times 10^3$  КОЕ/г с максимумом в варианте с препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л).

Содержание в почве микромицетов *Fusarium Link* в фазе 2-4 настоящих листьев снизилось во всех вариантах, в том числе и контрольном, в 5-6 раз по сравнению с их исходным содержанием и составило  $2,7-3,9 \times 10^3$  КОЕ/г. В вариантах с применением протравителей количество грибов *Fusarium Link* было значительно ниже контроля, что подтверждается данными фактического t-критерия. Исключение составил вариант с препаратом с д.в. карбоксин + тирам (200 + 200 г/л), где содержание патогенов снизилось не существенно.

Значительные различия между контролем и вариантами с препаратами в содержании грибов *Fusarium Link* в почве отмечены при отборе проб в фазе желтого стручка: количество патогенных микромицетов в контроле увеличилось на  $4,0 \times 10^3$  КОЕ/г, а в вариантах с использованием препаратов – на  $1,1-1,4 \times 10^3$  КОЕ/г по сравнению с предыдущим учетом и составило  $3,8-4,7 \times 10^3$  КОЕ/г в вариантах с фунгицидами против  $7,9 \times 10^3$  КОЕ/г в контроле.

Таким образом, испытанные химические протравители семян в условиях степной зоны Западного Предкавказья не оказывали отрицательного влияния на содержание грибов-супрессоров *Trichoderma Pers.* в почве в течение вегетации рапса ярового. Содержание почвенных патогенных микромицетов *Fusarium spp.* к моменту созревания рапса ярового в вариантах с применением

препаратов ниже по сравнению с контрольным вариантом (семена без обработки) в 1,7-2,0 раза (Сердюк, 2024).

## **6.2 Биологическая эффективность фунгицидов в отношении листо-стеблевых болезней и болезней генеративных органов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья**

Как было показано выше, протравливание семян масличных культур семейства Капустные эффективно снижает уровень их инфицирования, способствуя тем самым более полной реализации потенциала растений. Однако действие протравителей длится около 40 суток (Методические указания ... , 1988), и с начала фазы стеблевания посевы этих культур подвержены негативному действию возбудителей разных болезней.

В связи с этим, нами проведены исследования по изучению влияния фунгицидов на пораженность вегетирующих растений масличных культур семейства Капустные доминирующими болезнями.

Ранее нашими исследованиями показано эффективное применение химических препаратов с действующими веществами тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) на рапсе озимом для снижения вредоносности фомоза и склеротиниоза (Пивень, Сердюк, 2010; Сердюк, 2012), а также фунгицида, содержащего тебуконазол (250 г/л), с целью снижения распространенности и развития альтернариоза на горчице сарептской яровой (Сердюк, 2005). По данным Д.Н. Голубцова и др. (2022), высокая биологическая эффективность препарата с действующими веществами протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) отмечена и в исследованиях других ученых против некоторых болезней сельскохозяйственных культур, например, септориоза озимой пшеницы.

В 2012-2014 гг. продолжены исследования на рапсе озимом, а также на горчице сарептской озимой с целью усовершенствования системы мероприятий

для снижения распространенности и развития фомоза, расширен список препаратов, изменены нормы применения препаратов и добавлены дополнительные обработки в фазы цветения и зеленого стручка для изучения влияния современных фунгицидов системного действия не только на такую вредоносную болезнь как фомоз, но также и на альтернариоз.

В качестве химического эталона для сравнения с действием новых фунгицидов был выбран препарат, содержащий тебуконазол (250 г/л), высокая биологическая эффективность которого в отношении фомоза, склеротиниоза на рапсе озимом, а также альтернариоза на горчице сарептской установлена нами в 2005-2010 гг. (Сердюк, 2005; Пивень, Сердюк, 2010).

Опрыскивание участков рапса и горчицы фунгицидами проводили весной и летом в фазах бутонизации, полного цветения и зеленого стручка. При учете поражения растений фомозом обращали внимание на некрозы на стеблях. Перед обработкой растений в фазах бутонизации и полного цветения некрозы на стеблях обеих культур не отмечены. После опрыскивания в фазе бутонизации симптомы проявления фомоза выявлены на стеблях рапса озимого через 55 суток (в конце фазы зеленого стручка). На стеблях горчицы сарептской некрозы, вызванные деятельностью возбудителя фомоза, отмечены позже по сравнению с рапсом на пять суток. Перед обработкой в фазе зеленого стручка отмечены первые некрозы, вызванные возбудителем фомоза размером не более одного см (балл поражения равен 1).

При опрыскивании растений озимых рапса и горчицы в фазах цветения некрозы, вызванные возбудителем болезни, появились в начале фазы зеленого стручка, как и в контроле. Обработка растений в фазе бутонизации способствовала более позднему появлению некрозов на стеблях – в конце фазы зеленого стручка, причем балл поражения составил: при опрыскивании в фазе бутонизации 1-2, в фазе цветения – 1-4 (в контрольном варианте – 1-4).

По данным последнего учета, проведенного в фазе желтого стручка, установлено, что в среднем за годы исследований распространенность фомоза

на озимых рапсе и горчице сарептской в контрольном варианте на естественном инфекционном фоне была высокой – 52,6 и 51,0 % соответственно, развитие болезни – средним (47,3 и 34,0 % соответственно) (Приложение Е.1).

По показателям развития болезни в вариантах с препаратами и контроле была рассчитана биологическая эффективность фунгицидов, которую подразделяли на низкую – до 50 %, среднюю – 51-75 % и высокую – 76 % и выше.

Биологическая эффективность препаратов зависела не только от действующих веществ, входящих в их состав, но и от фазы вегетации культур, в которую осуществляли обработку растений (рисунок 49).

Высокая биологическая эффективность выявлена при опрыскивании посевов рапса и горчицы сарептской в фазе бутонизации фунгицидами, содержащими действующие вещества тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 +125 г/л), которая составила 78-81% и 76-78%, соответственно.

Результаты исследований по изучению действия фунгицидов на развитие фомоза на озимых рапсе и горчице сарептской при обработке посевов в фазе цветения показывают снижение биологической эффективности всех препаратов до средних показателей на рапсе (53-67 %) и средних (55-61 %) и низких (45-49 %) – на горчице сарептской.

Обработка вегетирующих растений рапса и горчицы сарептской фунгицидами в фазе зеленого стручка практически не оказала влияния на развитие фомоза – биологическая эффективность испытываемых фунгицидов не превысила 17 % на обеих культурах.

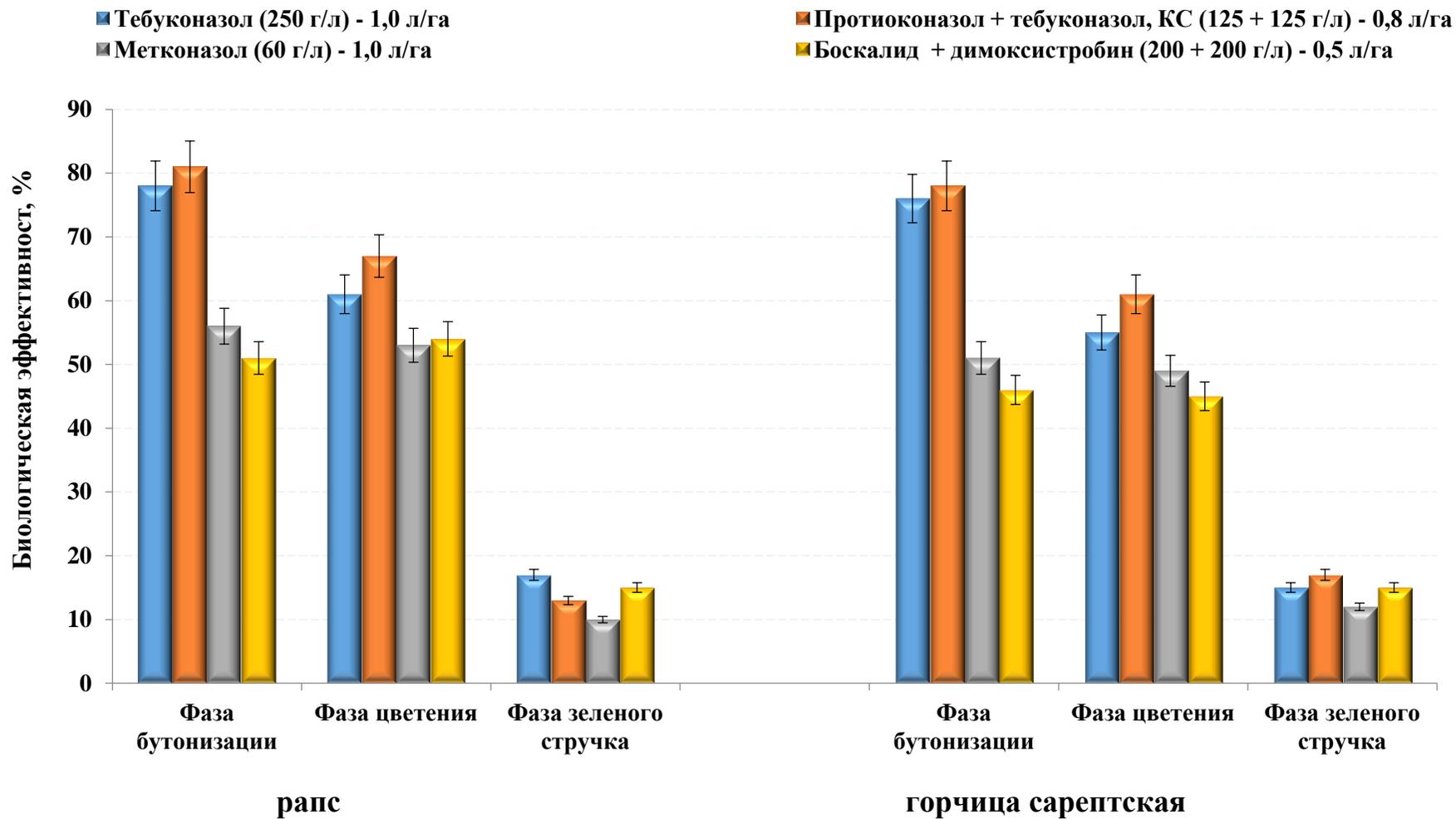


Рисунок 49 – Биологическая эффективность фунгицидов в отношении фомоза на озимых рапсе и горчице сарептской, 2012-2014 гг.

Таким образом, в результате исследований установлено, что наиболее эффективное действие против фомоза на озимых рапсе и горчице сарептской проявляют фунгициды с действующими веществами тебуконазол (250 г/л) и протиокназол + тебуконазол (125 + 125 г/л) при применении их в фазе бутонизации растений.

При учете поражения растений альтернариозом регистрировали некрозы на стручках обеих культур. Перед обработкой растений в фазе зеленого стручка были отмечены точечные некрозы на единичных стручках. После проведения опрыскивания через 10 суток в контрольном варианте установлено увеличение количества пораженных стручков рапса и горчицы, а также степени их поражения болезнью. На растениях опытных делянок незначительное увеличение количества пораженных стручков отмечено через 35-37 суток после обработки.

Распространенность альтернариоза на растениях озимых рапса и горчицы сарептской, не подвергавшихся обработке фунгицидами, достигла 58,3 % и 55,0 % соответственно. Преобладали растения с баллом поражения 1-3. Развитие болезни было на среднем уровне – 39,2% и 35,8 % соответственно (Приложение Е.2).

Проведенное в фазе бутонизации опрыскивание озимых рапса и горчицы сарептской продемонстрировало низкую биологическую эффективность всех изученных препаратов. На рапсе она не превысила 25-30 %, на горчице сарептской – 22-32 % (рисунок 50).

Обработка вегетирующих растений озимых рапса и горчицы сарептской препаратами в фазе цветения также не привела к существенному снижению распространенности и развития альтернариоза. Результаты испытаний фунгицидов свидетельствуют о средней биологической эффективности всех препаратов. На обеих культурах она составила от 51 до 60 % за исключением препарата на основе метконазола, который проявил низкую биологическую эффективность при опрыскивании растений горчицы сарептской.

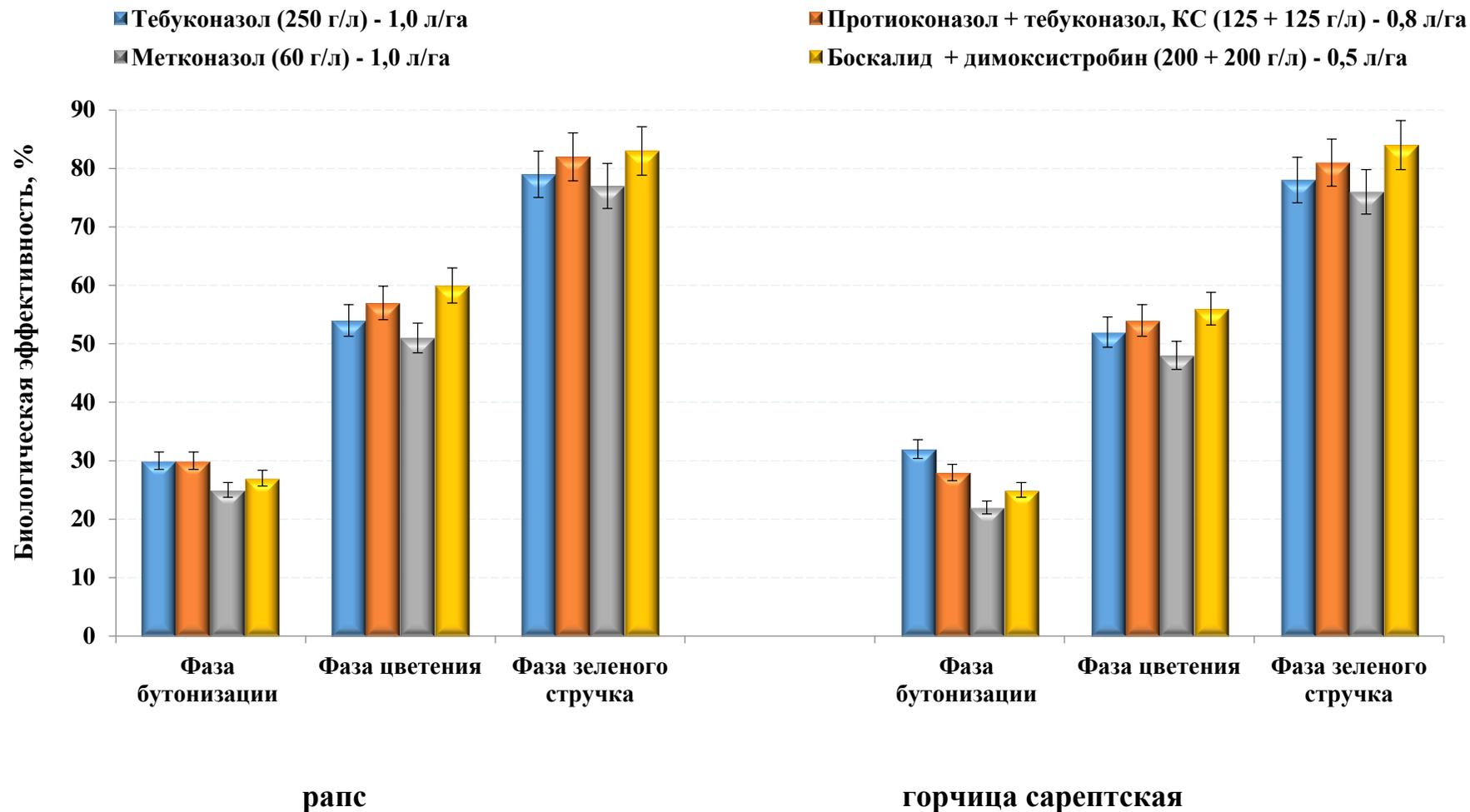


Рисунок 50 – Биологическая эффективность фунгицидов в отношении альтернариоза на озимых рапсе и горчице сарептской, 2012-2014 гг.

Высокая биологическая эффективность всех изученных фунгицидов отмечена при опрыскивании растений рапса и горчицы сарептской в фазе зеленого стручка – 77-83 % на рапсе и 76-84 % – на горчице сарептской, соответственно. Самая высокая биологическая эффективность отмечена при применении на обеих культурах фунгицидов на основе сочетания действующих веществ протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л).

После проведения уборки урожая опытных делянок и контрольного варианта озимых рапса и горчицы сарептской оценен главный критерий хозяйственной эффективности изученных фунгицидов, которым является показатель сохраненного урожая семян культуры (Бегляров и др., 1983).

Оценка хозяйственной эффективности фунгицидов при применении на рапсе озимом в годы исследований показала сохранение урожая, достоверно превышающее контроль в вариантах №№ 2, 3, 10, 11 и 13, что подтверждается данными фактического t-критерия: в этих вариантах его значения превышают теоретический t-критерий (таблица 81).

Таблица 81 – Урожайность рапса озимого при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2012-2014 гг.

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (без обработки)	–	2,75	–	–
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон) эталон	1,0	3,02	+ 0,27	2,82
3	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	3,03	+ 0,28	2,84
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,93	+ 0,18	2,31
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,91	+ 0,16	2,38

Продолжение таблицы 81

1	2	3	4	5	6
Обработка растений в фазе цветения					
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,89	+ 0,14	2,01
7	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	2,96	+ 0,21	2,54
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,89	+ 0,14	2,01
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,86	+ 0,11	1,98
Обработка растений в фазе зеленого стручка					
10	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	3,05	+ 0,28	2,84
11	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	3,09	+ 0,34	3,02
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	3,00	+ 0,25	2,70
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	3,11	+ 0,36	3,20

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Самый высокий урожай рапса озимого отмечен в вариантах с применением препаратов с действующими веществами протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) в фазе зеленого стручка – 3,09 3,11 т/га, что на 0,34-0,36 т/га выше по сравнению с контролем (не обработанным вариантом) и на 0,4-0,6 т/га по сравнению с эталоном.

Оценка хозяйственной эффективности испытанных препаратов при опрыскивании вегетирующих растений горчицы сарептской озимой в годы исследований обеспечила сохранение урожая семян, достоверно превышающее контроль (таблица 82)

Самый высокий урожай семян горчицы сарептской отмечен в вариантах с применением препаратов с действующими веществами протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) в фазе зеленого стручка – 2,86-2,88 т/га, что на 0,34-0,36 т/га превышало контрольный вариант и на 0,02-0,04 т/га эталон.

Таблица 82 – Урожайность горчицы сарептской озимой при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2012-2014 гг.

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	Контроль (без обработки)	–	2,54	–	–
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,78	+ 0,24	2,68
3	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	2,84	+ 0,30	2,88
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,66	+ 0,12	2,00
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,67	+ 0,13	2,04
Обработка растений в фазе цветения					
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,69	+ 0,15	2,14
7	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	2,79	+ 0,25	2,70
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,71	+ 0,17	2,16
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,67	+ 0,13	2,04
Обработка растений в фазе зеленого стручка					
10	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,84	+ 0,30	3,00
11	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	2,86	+ 0,36	3,20
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,82	+ 0,23	2,65
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,88	+ 0,34	3,15

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

В литературных источниках имеются рекомендации по однократному осеннему применению фунгицидов с целью снизить распространенность и развитие болезней на рапсе озимом до момента уборки урожая (Пивень и др., 2009). Однако наши исследования показывают, что одной обработки посевов рапса осенью недостаточно.

Влияние на развитие фомоза на озимых масличных культурах семейства Капустные фунгицидов изучали при двукратном опрыскивании растений в двух вариантах:

- осенью в фазе розетки + весной в фазе бутонизации
- осенью в фазе розетки + весной в фазе полного цветения.

Исследования проводили на посевах озимого рапса, так как на горчице сарептской проявление болезни осенью было незначительным.

Перед обработкой растений осенью отмечены единичные некрозы, вызванные возбудителем фомоза, на первых настоящих листьях культуры. Их диаметр не превышал 5-6 мм.

Весеннее обследование фитосанитарного состояния посева, проведенное перед опрыскиванием рапса озимого, показало отсутствие некрозов на стеблях растений. Учеты поражения растений рапса показали, что при второй обработке их в фазе бутонизации первые некрозы на стеблях отмечены значительно позднее (на 12 суток) по сравнению с обработкой в фазе полного цветения, так же, как и в предыдущие годы исследований.

Распространенность фомоза в вариантах с препаратами была значительно ниже контроля: на 10,7-24,7 % при обработке растений в фазы розетка + бутонизация и на 10,4-19,4 % при обработке растений в фазы розетка + цветение. Использование химических препаратов в фазы розетка + бутонизация способствовало снижению развития болезни в 2,4-6,3 раза по сравнению с контролем; в фазы розетка + цветение – в 2,3-3,6 раз (Приложение Е.3).

Высокая биологическая эффективность отмечена у препаратов с действующими веществами тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л), при применении в фазы розетка + бутонизация, составив, соответственно, 82 и 84 % (рисунок 51). Кроме этого, в этих вариантах степень поражения растений болезнью составляла всего 1-2 балла, в остальных вариантах с применением препаратов выявлены растения также со степенью поражения 3 балла, а в контроле степень поражения варьировала от 1 до 4 баллов.

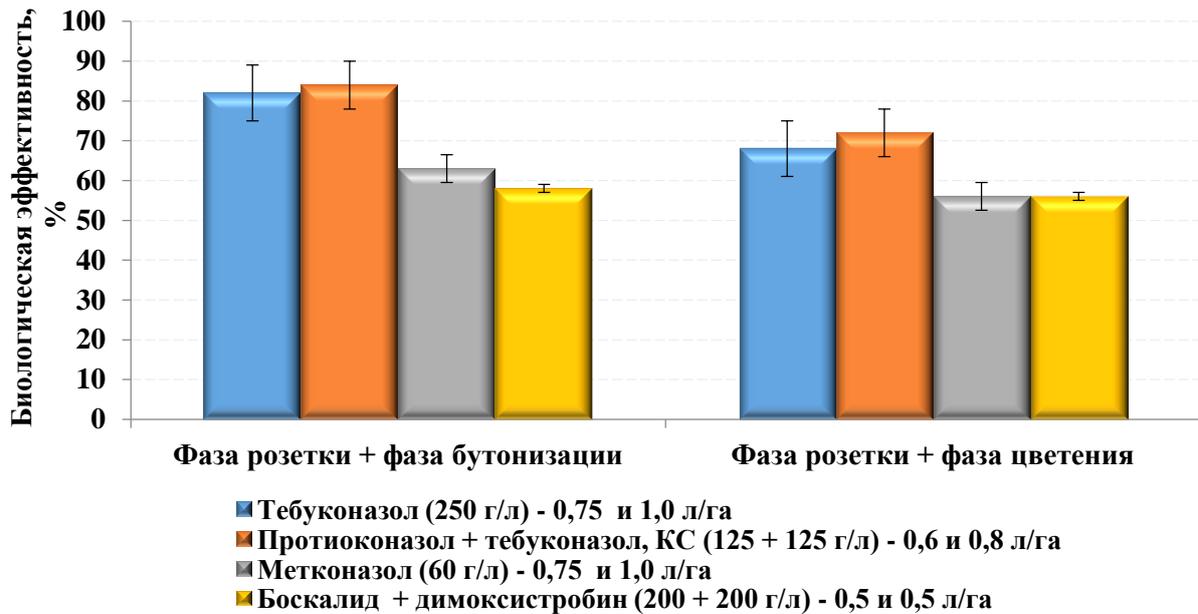


Рисунок 51 – Биологическая эффективность фунгицидов в отношении фомоза при их двукратном применении на рапсе озимом, 2015-2017 гг.

Таким образом, экстраполируя данные, полученные при опрыскивании растений рапса озимого, на другие масличные культуры семейства Капустные, можно сделать заключение о том, что двукратная обработка посевов культур системными фунгицидами: первая обработка – осенью в фазе розетки, вторая обработка – весной в фазе бутонизации препаратами, содержащими действующие вещества тебуконазол (250 г/л) с нормами применения 0,75 и 1,0 л/га или протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) с нормами применения 0,6 и 0,8 л/га будет эффективно снижать распространенность и развитие фомоза на растениях и на растениях озимой горчицы сарептской.

Таким образом, уменьшению распространенности и развития альтернариоза на растениях озимых рапса и горчицы сарептской способствовало однократное опрыскивание посевов культур в фазе зеленого стручка препаратами, содержащими действующие вещества протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) с нормой применения 0,8 л/га или боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) с нормой применения 0,5 л/га.

Высокая биологическая эффективность против фомоза отмечена у препаратов, содержащих действующие вещества тебуконазол (250 г/л) (эталон) и протиокназол + тебуконазол (125 + 125 г/л) – 82,0 и 84,0 % соответственно. В остальных вариантах биологическая эффективность была средней, варьируя от 56,0 до 72,0 %.

Ранее нашими исследованиями установлено положительное влияние фунгицидов, снижающих распространенность и развитие альтернариоза на горчице сарептской яровой, при применении их в фазе зеленого стручка культуры (Сердюк, 2008). С 2018 по 2020 гг. продолжено изучение влияния фунгицидов на распространенность и развитие наиболее вредоносных болезней яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика в условиях степной зоны Западного Предкавказья: фузариозного увядания и альтернариоза при обработке вегетирующих растений (Приложение Ж.1-Ж.5).

Во время проведения учетов поражения растений яровых масличных культур семейства Капустные фузариозным увяданием обращали внимание на степень высыхания ветвей и всего растения в целом, начиная с фазы зеленого стручка.

Распространенность фузариозного увядания в среднем за годы исследований в контрольных вариантах на естественном инфекционном фоне была высокой и составила: на рапсе 57,7 %; на горчице сарептской – 52,0 %; горчице белой – 55,3 %; горчице черной – 50,4 % и рыжике – 50,8 %. Развитие болезни в контролях было средним – от 34,0 до 40,0 %.

При проведении учетов поражения яровых масличных культур семейства капустные альтернариозом обращали внимание на степень поражения стручков болезнью. Обследование показало, что распространенность болезни в контрольных вариантах была высокой, составив 51,0-60,0 %, развитие – средним – 39,0-45,8 % в зависимости от культуры.

Обработка растений масличных культур семейства Капустные фунгицидами способствовала снижению распространенности и развития фузариозного увядания в разной степени (Сердюк, 2024).

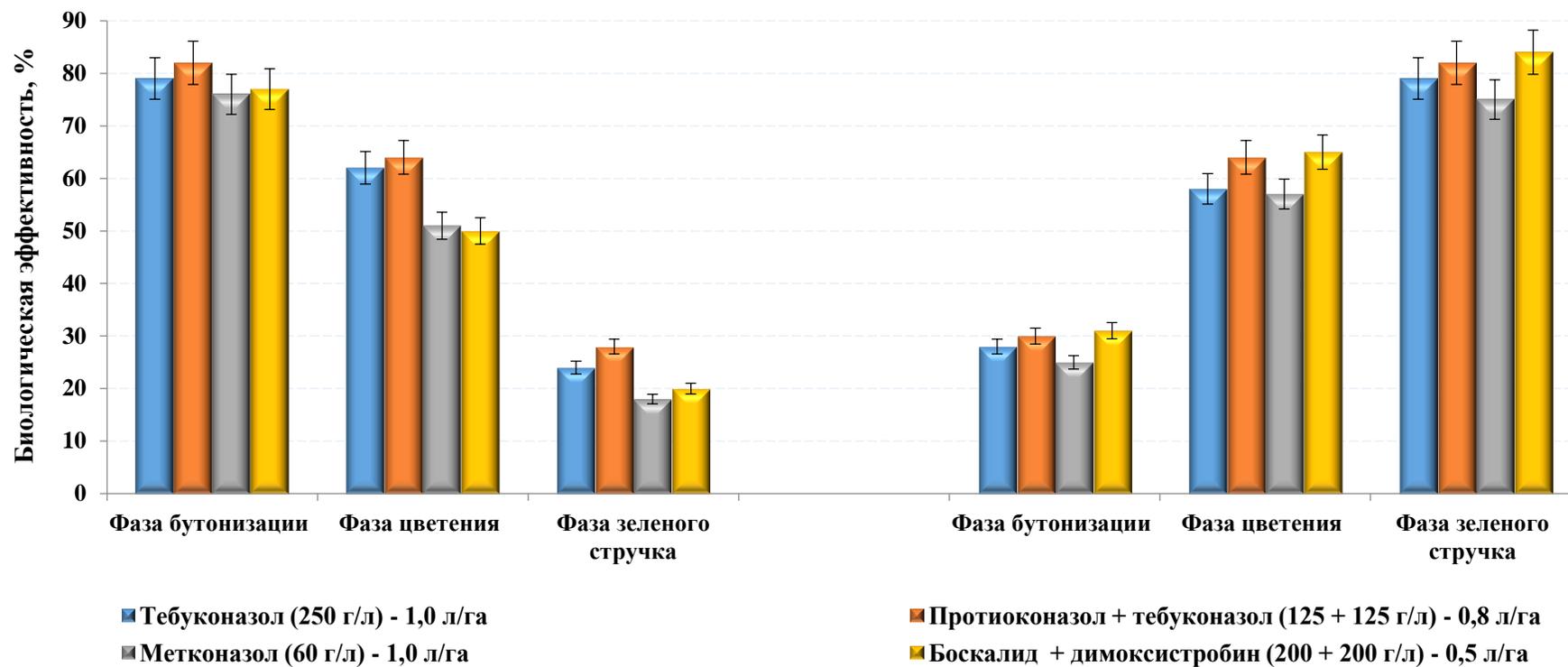
При опрыскивании растений рапса ярового с целью снижения распространенности и развития фузариозного увядания высокая биологическая эффективность отмечена у всех изученных фунгицидов при применении в фазе бутонизации, составив 76-82 %, при этом самая высокая – в варианте с препаратом, содержащим протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) – 82 % (рисунок 52). В фазе цветения биологическая эффективность всех препаратов была средняя (50-64 %), в фазе зеленого стручка – низкая (18-28 %).

При обработке растений масличных культур семейства Капустные в фазе зеленого стручка предположительно препараты проникают сразу в ткани створок стручков, образуя своеобразный барьер для массового проникновения инфекционного начала патогенов в семена. В этой фазе в отношении альтернариоза на рапсе яровом выявлена высокая биологическая эффективность препаратов – 79-84 % за исключением варианта с препаратом, содержащим метконазол (60 г/л), где она достигла среднего уровня (74 %).

Самая высокая биологическая эффективность отмечена у препарата с действующими веществами боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) – 84 %. Использование изученных фунгицидов против болезни в фазе цветения рапса ярового показало среднюю биологическую эффективность (57-64 %), в фазе бутонизации – низкую (25-31 %).

Таким образом, в отношении альтернариоза как на рапсе озимом, так и на рапсе яровом самая высокая биологическая эффективность отмечается при применении фунгицидов в фазе зеленого стручка. Лучшие результаты показали препараты содержащих протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) – выше 80 %.

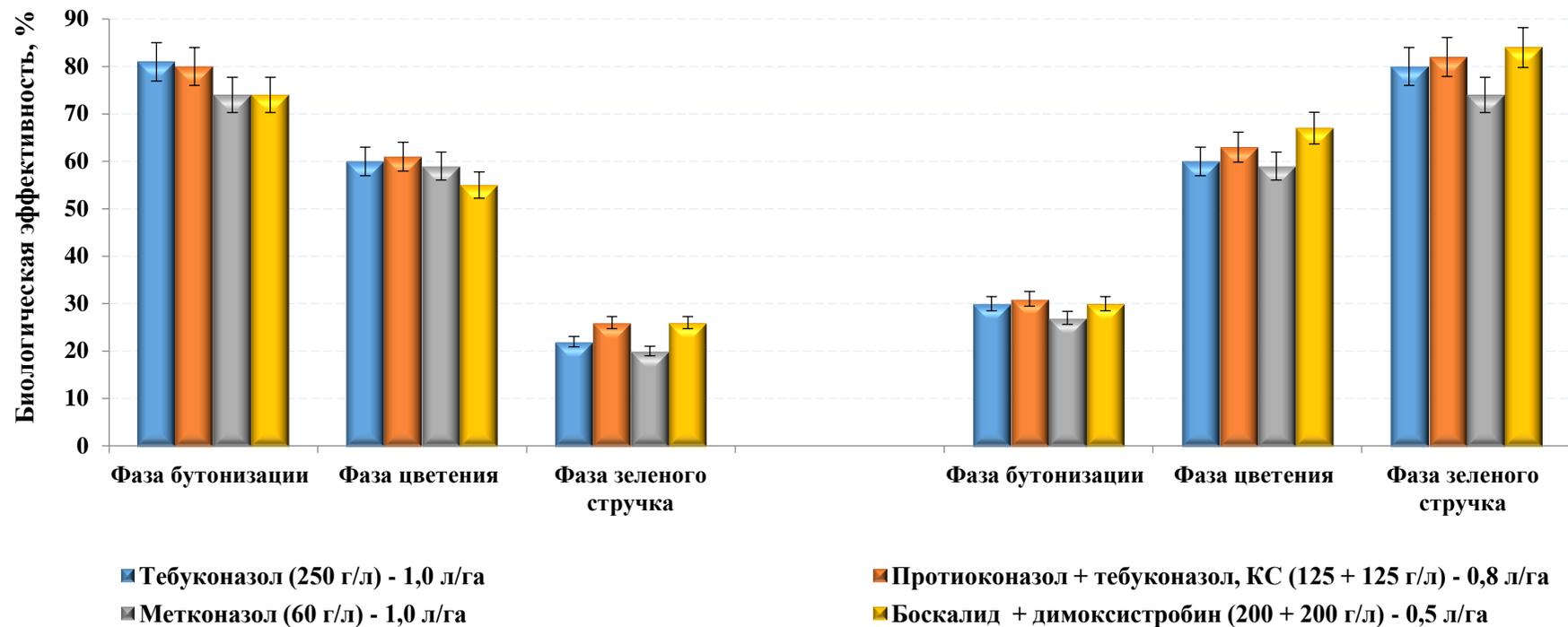
При обработке вегетирующих растений горчицы сарептской яровой в отношении фузариозного увядания высокая биологическая эффективность отмечена у фунгицидов, содержащих тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) – 80-81 % (рисунок 53).



**фузариозное увядание**

**альтернариоз**

Рисунок 52 – Биологическая эффективность фунгицидов в отношении болезней рапса ярового, 2018-2020 гг.



**фузариозное увядание**

**альтернариоз**

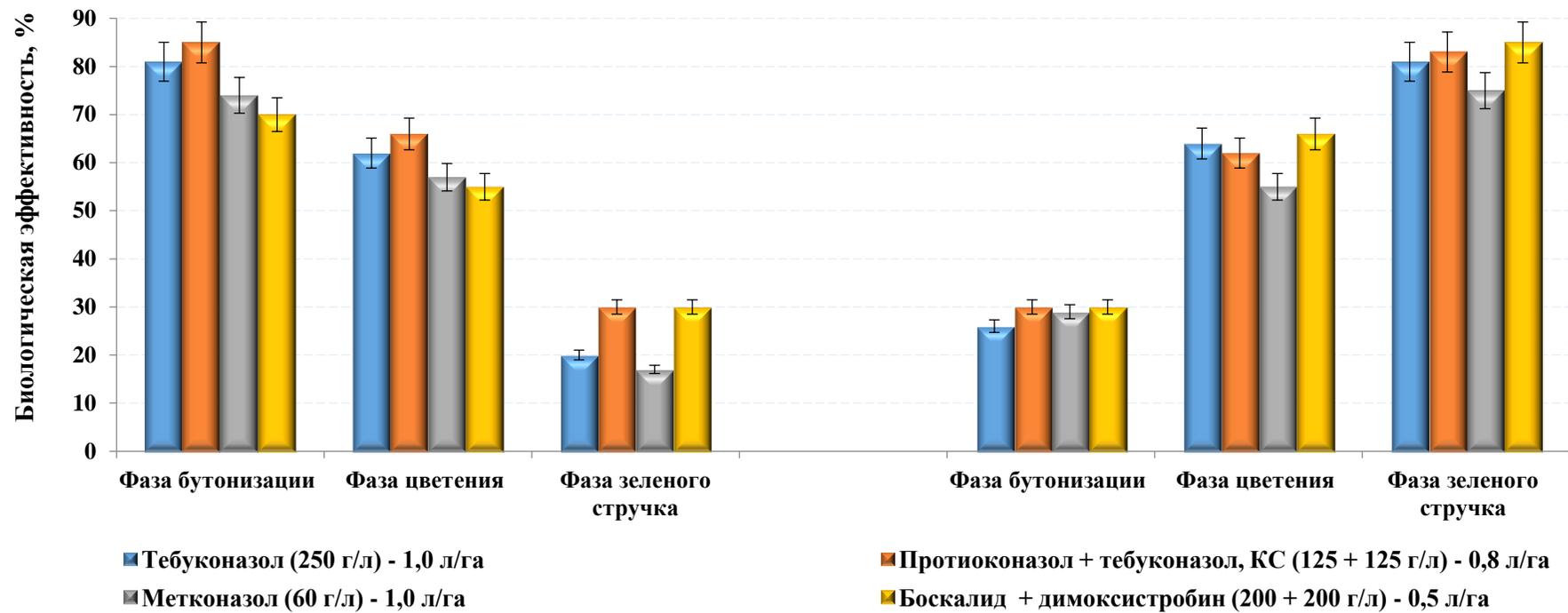
Рисунок 53 – Биологическая эффективность фунгицидов в отношении болезней горчицы сарептской яровой, 2018-2020 гг.

У остальных препаратов, а также у всех препаратов, применяемых в фазе цветения биологическая эффективность в отношении болезни была на среднем уровне – 55-74 %. Использование фунгицидов в фазе зеленого стручка продемонстрировало низкую биологическую эффективность всех изученных препаратов (20-26 %).

В отношении альтернариоза высокая биологическая эффективность выявлена при использовании фунгицидов в фазе зеленого стручка – 79-84 % за исключением варианта с препаратом, содержащим метконазол (60 г/л), где она достигла среднего уровня (74 %). Максимальная биологическая эффективность отмечена у препарата с действующими веществами боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) – 84 %. Применение изученных фунгицидов против болезни в фазе цветения показало среднюю биологическую эффективность (59-67 %), в фазе бутонизации – низкую (27-31 %).

Таким образом, самая высокая биологическая эффективность в отношении альтернариоза на горчице сарептской яровой отмечена так же, как и на горчице сарептской озимой, у препаратов с действующими веществами протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) при использовании их в фазе зеленого стручка – выше 80 %.

При обработке вегетирующих растений горчицы белой в отношении фузариозного увядания высокая биологическая эффективность также отмечена в вариантах с опрыскиванием фунгицидами, содержащими тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) – 81-85 % (рисунок 54).



фузариозное увядание

альтернариоз

Рисунок 54 – Биологическая эффективность фунгицидов в отношении болезней горчицы белой, 2018-2020 гг.

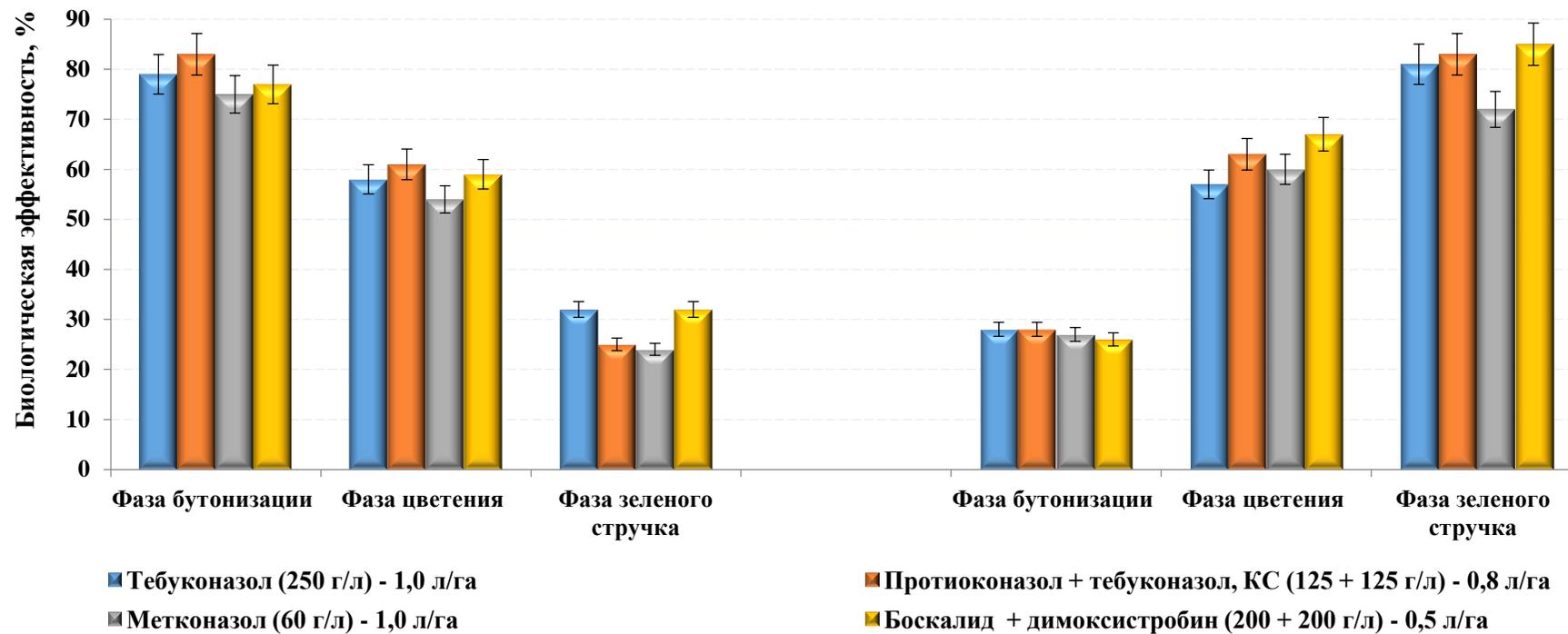
У других препаратов, примененных в этой фазе, а также у всех препаратов, использованных в фазе цветения биологическая эффективность в отношении болезни была на среднем уровне – 55-74 %. Использование фунгицидов в фазе зеленого стручка продемонстрировало низкую биологическую эффективность всех изученных препаратов (17-30 %).

В отношении альтернариоза наоборот высокая биологическая эффективность выявлена при использовании фунгицидов в фазе зеленого стручка – 81-85 % за исключением препарата, содержащим метконазол (60 г/л), где она достигла среднего уровня (75 %). Применение изученных фунгицидов против болезни в фазе цветения показало среднюю биологическую эффективность (55-66 %), в фазе бутонизации – низкую (26-30 %).

Опрыскивание вегетирующих растений горчицы черной в отношении фузариозного увядания высокая биологическая эффективность отмечена у всех фунгицидов – 77-83 %, за исключением варианта с препаратом, содержащим метконазол (60 г/л), где она достигла среднего уровня (75 %) (рисунок 55).

У препаратов, используемых в фазе цветения биологическая эффективность в отношении болезни была на среднем уровне – 54-61 %. Использование фунгицидов в фазе зеленого стручка аналогично опытам на других изучаемых культурах продемонстрировало низкую биологическую эффективность всех изученных препаратов (24-32 %).

В отношении альтернариоза высокая биологическая эффективность выявлена у фунгицидов при применении в фазе зеленого стручка – 81-85 % за исключением препарата, содержащим метконазол (60 г/л), где она достигла среднего уровня (72 %). Применение изученных фунгицидов против болезни в фазе цветения показало среднюю биологическую эффективность (57-67 %), в фазе бутонизации – низкую (26-28 %).



**фузариозное увядание**

**альтернариоз**

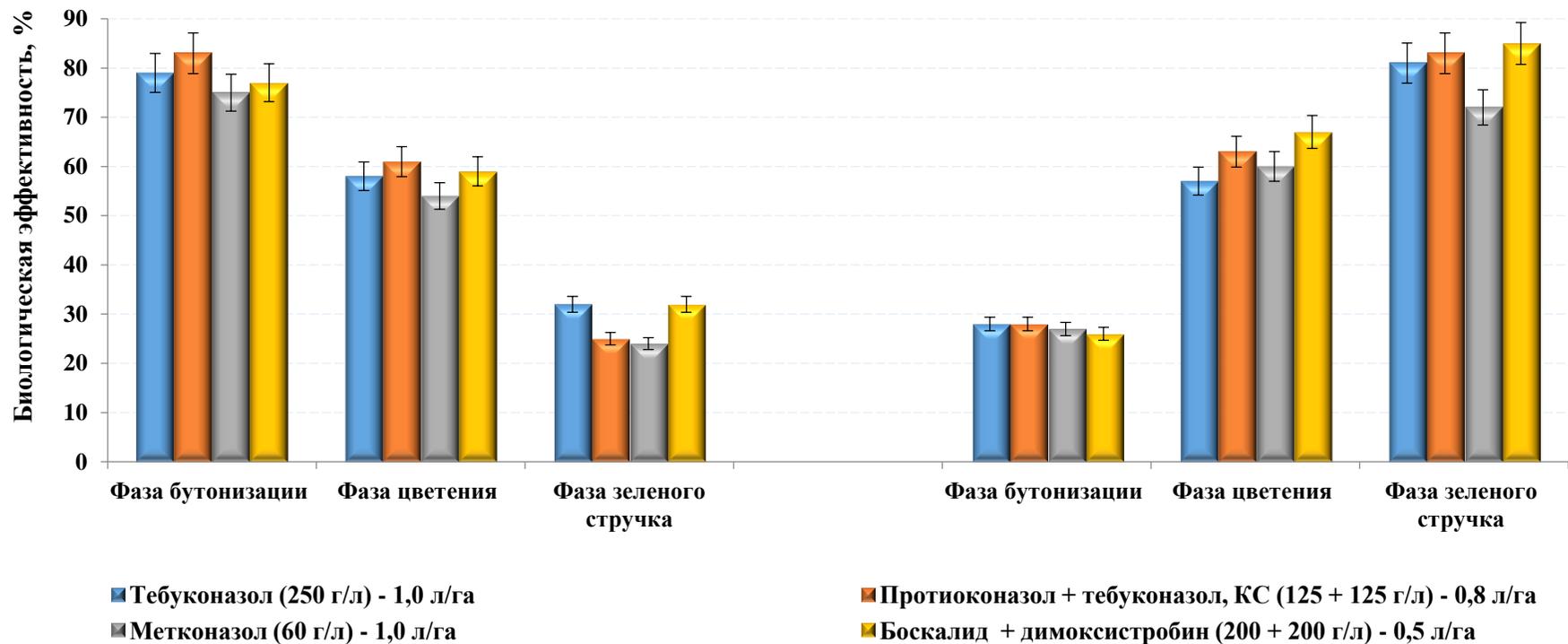
Рисунок 55 – Биологическая эффективность фунгицидов в отношении болезней горчицы черной, 2018-2020 гг.

Опрыскивание вегетирующих растений рыжика ярового в отношении фузариозного увядания продемонстрировало высокую биологическую эффективность в фазе бутонизации у всех фунгицидов – 77-83 %, за исключением варианта с препаратом, содержащим метконазол (60 г/л), где она достигла среднего уровня (75 %) (рисунок 56).

У препаратов, используемых в фазе цветения биологическая эффективность в отношении болезни была на среднем уровне – 54-61 %. Результаты испытаний фунгицидов при применении их в фазе зеленого стручка продемонстрировали низкую биологическую эффективность всех изученных препаратов (24-32 %).

В отношении альтернариоза высокая биологическая эффективность выявлена у фунгицидов при применении в фазе зеленого стручка – 81-85 % за исключением препарата, содержащим метконазол (60 г/л), где она достигла среднего уровня (72 %). Применение изученных фунгицидов против болезни в фазе цветения показало среднюю биологическую эффективность (57-67 %), в фазе бутонизации – низкую (26-28 %).

Таким образом, установлено наиболее эффективное действие против фузариозного увядания у препаратов с действующими веществами тебуконазол (250 г/л) и азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) при применении их в фазе бутонизации яровых масличных культур семейства Капустные. Биологическая эффективность в этих вариантах достигла 78-81 и 80-85 % соответственно.



**фузариозное увядание**

**альтернариоз**

Рисунок 56 – Биологическая эффективность фунгицидов в отношении болезней рыжика ярового, 2018-2020 гг.

В отношении альтернариоза высокая биологическая эффективность выявлена у фунгицидов с действующими веществами азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) при применении их в фазе зеленого стручка яровых масличных культур семейства Капустные. Биологическая эффективность в этих вариантах составила 82-83 и 84-85 % соответственно.

Следовательно, биологическая эффективность фунгицидов при обработке яровых масличных культур семейства Капустные зависела не только от действующих веществ, входящих в их состав, но и от фазы развития растений, в которую применяли препараты.

В ходе исследований оценен так же сохраненный урожай культур после применения фунгицидов против комплекса болезней: фузариозного увядания и альтернариоза на яровых рапсе, горчице сарептской, горчице белой, горчице черной и рыжике (таблица 83-87).

Таблица 83– Урожайность рапса ярового при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (без обработки)	-	2,02	-	-
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,32	+ 0,30	3,00
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,33	+ 0,31	3,04
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,29	+ 0,27	2,75
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,29	+ 0,27	2,75
Обработка растений в фазе цветения					
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,18	+ 0,16	2,45
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,20	+ 0,18	2,48

Продолжение таблицы 83

1	2	3	4	5	6
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,16	+ 0,14	2,38
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,14	+ 0,12	2,34
Обработка растений в фазе зеленого стручка					
10	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,38	+ 0,36	3,38
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,40	+ 0,38	3,45
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,32	+ 0,30	3,30
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,34	+ 0,32	3,40

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таблица 84 – Урожайность горчицы сарептской яровой при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (без обработки)	-	1,82	-	-
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,10	+ 0,28	2,94
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,12	+ 0,30	3,01
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,07	+ 0,25	2,68
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,06	+ 0,24	2,70
Обработка растений в фазе цветения					
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	1,96	+ 0,14	2,32
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	1,99	+ 0,17	2,45
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	1,90	+ 0,08	2,00
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	1,92	+ 0,10	2,15

Продолжение таблицы 84

1	2	3	4	5	6
Обработка растений в фазе зеленого стручка					
10	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,20	+ 0,38	3,40
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,22	+ 0,40	3,48
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,10	+ 0,28	2,84
13	Боскалид + димоксистробин), КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,12	+ 0,30	3,00

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таблица 85 – Урожайность горчицы белой при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (без обработки)	-	1,87	-	-
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,16	+ 0,29	2,97
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,17	+ 0,30	3,05
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,11	+ 0,24	2,72
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,12	+ 0,25	2,66
Обработка растений в фазе цветения					
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,00	+ 0,13	2,30
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,02	+ 0,15	2,48
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	1,97	+ 0,10	2,20
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	1,97	+ 0,10	2,22

Продолжение таблицы 85

1	2	3	4	5	6
Обработка растений в фазе зеленого стручка					
10	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,22	+ 0,35	3,28
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,24	+ 0,37	3,42
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,17	+ 0,30	3,35
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	2,18	+ 0,31	3,02

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таблица 86 – Урожайность горчицы черной при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (без обработки)	-	1,40	-	-
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	1,58	+ 0,18	2,88
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	2,08	+ 0,21	3,35
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	1,56	+ 0,16	2,58
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	1,54	+ 0,14	2,52
Обработка растений в фазе цветения					
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	1,52	+ 0,12	2,38
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	1,50	+ 0,10	2,20
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	1,48	+ 0,08	2,00
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	1,50	+ 0,10	2,19
Обработка растений в фазе зеленого стручка					
10	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	1,63	+ 0,23	3,02

## Продолжение таблицы 86

1	2	3	4	5	6
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	1,65	+ 0,25	3,07
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	1,62	+ 0,22	2,95
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	1,64	+ 0,24	3,08

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таблица 87 – Урожайность рыжика ярового при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	Контроль (без обработки)	-	1,28	-	-
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	1,46	+ 0,18	2,86
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	1,47	+ 0,19	2,96
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	1,45	+ 0,17	2,70
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	1,42	+ 0,14	2,60
Обработка растений в фазе цветения					
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	1,34	+ 0,06	2,21
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	1,38	+ 0,10	2,28
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	1,32	+ 0,04	1,78
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	1,36	+ 0,08	2,44
Обработка растений в фазе зеленого стручка					
10	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	1,48	+ 0,20	2,97
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	1,50	+ 0,22	3,01
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	1,46	+ 0,18	2,94
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	1,48	+ 0,20	3,00

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Установлено, что существенное сохранение урожая всех изученных яровых культур отмечено в вариантах №№ 2, 3, 10-13, что подтверждается показателями фактического t-критерия, который превысил t-критерий теоретический (2,77) в этих вариантах.

В продолжение исследований эффективности фунгицидов в отношении фитопатогенов яровых масличных культур семейства Капустные, на рапсе яровом было проведено исследование по двукратному применению фунгицидов: в фазах бутонизации и зеленого стручка. Фазы вегетации, в которые проводили двукратную обработку растений, определили на основании данных предыдущих исследований о фазах, в которых биологическая эффективность препаратов наиболее высокая. Установлено, что во всех вариантах распространенность и развитие болезней были значительно ниже контроля (таблица 88).

Таблица 88 – Биологическая эффективность фунгицидов на рапсе яровом в отношении фузариозного увядания и альтернариоза при двукратном опрыскивании растений (бутонизация + зеленый стручок), % (степная зона Западного Предкавказья, 2019-2021 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Фузариозное увядание			Альтернариоз		
			Р, %	Р, %	БЭ, %	Р, %	Р, %	БЭ, %
1	Контроль (без обработки)	-	56,2	35,8	-	58,0	44,0	-
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	15,6	6,4	82,0	16,0	6,6	85,0
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	14,6	5,4	85,0	13,8	5,3	88,0
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	17,6	7,9	78,0	20,8	9,2	79,0
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	17,0	7,5	79,0	19,6	8,4	81,0

Примечание: Р – распространенность болезни, %; R – развитие болезни, %, БЭ – биологическая эффективность, %

Наименьшие распространённость и развитие фузариозного увядания и альтернариоза отмечены в вариантах №№ 2 и 3 с применением препаратов с действующими веществами тебуконазол (250 г/л) и азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л): 14,6-15,6 и 5,4-6,4 %; 13,8-16,0 и 5,3-6,6 % соответственно.

При этом в целом против обеих болезней выявлена высокая биологическая эффективность во всех вариантах опыта. Она составила против фузариозного увядания от 78 до 85%, против альтернариоза – от 79 до 88 %.

Установлено, что применение испытанных фунгицидов способствовало сохранению урожая рапса на 0,38-0,48 т/га. Существенная разница с контролем отмечена во всех вариантах, самая высокая установлена в варианте с использованием препарата с действующими веществами азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) – 0,48 т/га (таблица 89).

Таблица 89 – Урожайность семян рапса ярового при двукратной обработке растений фунгицидами (бутонизация + зелёный стручок), т/га (степная зона Западного Предкавказья, 2019-2021 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	Контроль (без обработки)	-	1,78	-	-
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0 и 1,0	2,21	+ 0,43	3,26
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,5 и 0,5	2,26	+ 0,48	3,32
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0 и 1,0	2,14	+ 0,36	3,20
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	1,0 и 1,0	2,16	+ 0,38	3,22

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таким образом, для снижения распространённости и развития вредоносных болезней на яровых масличных культурах семейства Капустные (фузариозного увядания и альтернариоза) при опрыскивании вегетирующих растений наиболее эффективным являлся препарат, содержащий действующие

вещества азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) при двукратном применении в фазы бутонизации и зеленого стручка с нормой применения 1,0 и 1,0 л/га соответственно. Однако у остальных испытанных препаратов при двукратном применении биологическая эффективность против этих болезней также была высокой.

На основании данных исследований по изучению действия препаратов в разные фазы вегетации на распространенность и развитие вредоносных болезней на изученных культурах, есть основания предполагать, что эффективность двукратного применения испытанных препаратов на яровых горчице сарептской, горчице белой, горчице черной и рыжике будет также высокой.

### **6.3 Влияние фунгицидов с ретардантным действием на перезимовку озимых рапса и горчицы сарептской в условиях степной зоны Западного Предкавказья**

Как показали наши исследования, опрыскивание посевов озимых рапса и горчицы сарептской фунгицидами осенью способствует более эффективному снижению поражаемости растений фомозом, чем однократное применение препаратов весной. Кроме этого, фунгициды, применяемые осенью против болезней, должны обладать и ретардантным (торможение процессов развития растений) действием. Осенняя обработка препаратами с ретардантным действием направлена на повышение зимостойкости за счет формирования оптимального состояния развития корневой системы и сдерживания чрезмерного роста надземной части растений перед уходом в зиму. Хорошо развитая корневая система обеспечивает водное и минеральное питание, и чем больше корневая шейка растений озимых рапса и горчицы сарептской, тем выше запас питательных веществ в ней и ниже гибель растений в зимний период. В связи с этим, кроме фунгицидных свойств изученных препаратов, было рассмотрено влияние их ретардантного эффекта на перезимовку растений

озимых рапса и горчицы сарептской в условиях степной зоны Западного Предкавказья.

В результате исследований установлено, что количество растений на делянках рапса осенью составляло от 40 до 46 шт./м<sup>2</sup> (в том числе, 42 шт./м<sup>2</sup> в контрольном варианте), а весной, в зависимости от варианта опыта, – от 35 до 40 шт./м<sup>2</sup> (при 34 шт./м<sup>2</sup> в контроле) (таблица 90).

Таблица 90 – Влияние фунгицидов с ретардантным действием на перезимовку растений рапса озимого (степная зона Западного Предкавказья, 2015-2017 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/га	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>		Перезимовка, %	t-критерий факт.*
		осенью	весной		
Контроль (без обработки)	-	42	34	81	-
Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	45	40	89	3,02
Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	40	36	90	3,04
Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	44	35	80	2,76
Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	46	36	78	2,74

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Максимальное количество перезимовавших растений (89-90 %) отмечено в вариантах с применением препаратов с действующим веществом тебуконазол (эталон) и протиоконазол + тебуконазол. Перезимовка рапса озимого в остальных вариантах составила 78-80 %, что находится на уровне с контролем (81 %).

Диаметр корневой шейки растений рапса озимого при проведении измерений осенью составил во всех вариантах 7,0-9,0 мм (таблица 91).

Таблица 91 – Влияние фунгицидов с ретардантным действием на диаметр корневой шейки растений рапса озимого (степная зона Западного Предкавказья, 2015-2017 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/га	Диаметр корневой шейки растений, мм		t-критерий факт.*
		перед опрыскиванием осенью	во время возобновления вегетации весной	
Контроль (без обработки)	-	7,0±1,0	18,0±2,0	-
Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	7,0±1,0	22,0±1,0	3,18
Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	7,0±1,0	23,0±2,0	3,14
Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	8,0±1,0	19,0±1,0	2,60
Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	9,0±1,0	21,0±1,0	3,00

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Весенние измерения показали, что максимальный диаметр корневой шейки растений рапса отмечен в вариантах с фунгицидами на основе действующих веществ тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л). Диаметр корневой шейки к моменту возобновления вегетации растений весной увеличился на 15,0-16,0 мм в сравнении с таковым показателем в контроле (11,0 мм). В остальных вариантах диаметр корневой шейки к моменту возобновления вегетации растений весной увеличился на 11,0-12,0 мм.

Следовательно, при использовании препаратов с действующими веществами тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) отмечается лучшая перезимовка и больший диаметр корневой шейки растений рапса озимого по сравнению с другими вариантами и контролем, что подтверждается данными t-критерия.

Перед обработкой растений горчицы сарептской озимой количество растений по вариантам составило в среднем 42-48 шт./м<sup>2</sup> (таблица 92).

Таблица 92 – Влияние фунгицидов ретардантным действием на перезимовку растений горчицы сарептской озимой (степная зона Западного Предкавказья, 2015-2017 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/га	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>		Перезимовка, %	t-критерий факт.*
		осенью	весной		
Контроль (без обработки)	-	42	24	57	—
Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	46	31	68	3,40
Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	44	31	70	3,45
Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	48	29	60	2,80
Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	45	26	58	2,78

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Учет густоты стояния растений, проведенный во время возобновления вегетации, свидетельствовал о том, что максимальное количество перезимовавших растений горчицы (68 и 70 %) отмечено в вариантах с применением препаратов с действующими веществами тебуконазол и протиоконазол + тебуконазол. Перезимовка горчицы сарептской озимой в остальных вариантах не превысила 58-60 %, что находится на уровне с контролем (57 %).

Диаметр корневой шейки растений горчицы сарептской озимой при проведении измерений осенью составил во всех вариантах 7,0-9,0 мм так же, как и у рапса озимого (таблица 93).

Весенние измерения показали, что в контроле произошло увеличение диаметра корневой шейки растений горчицы сарептской на 10,0 мм. В варианте с фунгицидом на основе протиоконазола и тебуконазола (125 + 125 г/л) он увеличился на 16,0 мм, достигнув 23,0 мм. В остальных вариантах диаметр корневой шейки к моменту возобновления вегетации растений горчицы весной увеличился на 11,0-12,0 мм.

Таблица 93 – Влияние фунгицидов с ретардантным действием на диаметр корневой шейки растений горчицы сарептской озимой (степная зона Западного Предкавказья, 2015-2017 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/га	Диаметр корневой шейки растений, мм		t- критерий факт.*
		перед опрыскиванием осенью	во время возобновления вегетации весной	
Контроль (без обработки)	-	8,0±2,0	18,0±2,0	-
Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	9,0±2,0	20,0±2,0	2,24
Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	7,0±1,0	23,0±2,0	3,20
Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	8,0±1,0	20,0±1,0	2,30
Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	7,0±1,0	18,0±1,0	0

Примечание: \* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таким образом, при использовании препарата с действующими веществами протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) перезимовка и диаметр корневой шейки растений горчицы сарептской озимой по сравнению с контролем и другими вариантами были значительно выше, что подтверждается данными фактического t-критерия.

#### **6.4 Система химической защиты агроценозов масличных культур семейства Капустные от комплекса инфекционных болезней в условиях степной зоны Западного Предкавказья**

Фирмы-оригинаторы химических средств защиты растений разрабатывают системы комплексного применения препаратов собственного производства: инсектицидов, фунгицидов, гербицидов, с целью уничтожения или снижения численности вредных организмов в посевах рапса

(Комплексная защита ... , 2023; Программируем урожайность ... , 2023). Однако не всегда фунгициды, входящие в такие системы, эффективно снижают распространенность и развитие болезней в конкретных агроклиматических условиях, поэтому подбор пестицидов (более того, малотоксичных пестицидов с целью защиты окружающей среды) с высокой биологической и экономической эффективностью и определение оптимальных сроков их применения для применения в селекционной практике и производстве рапса в условиях степной зоны Западного Предкавказья является актуальным.

Кроме этого, для яровых и озимых горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной системы применения химических фунгицидов до сих пор не разработаны. Но, тем не менее, посевы этих культур также нуждаются в защите от поражения болезнями.

На основе результатов исследований, изложенных ранее, нами оптимизирована система химической защиты посевов масличных культур семейства Капустные. Из изученных протравителей выбран препарат, на основе флудиоксонила – аналога естественного антимикотического вещества (из химического класса фенилпирролов), не оказывающий токсичного влияния на семена и проростки всех изученных культур и относящийся к биорациональным химическим средствам защиты растений. Из фунгицидов, применяемых для обработки вегетирующих растений выбраны фунгициды, показавшие самую высокую биологическую эффективность против болезней на озимых и яровых культурах.

Испытания проведены в 2021-2023 гг. на рапсе озимом и горчице сарептской яровой как наиболее экономически значимых масличных культурах семейства Капустные, возделываемые в степной зоне Западного Предкавказья. В ходе проведения исследований определяли биологическую и экономическую эффективность комплекса химических препаратов против наиболее экономически значимых болезней: фомоза и альтернариоза на рапсе озимом

сорт Лорис и фузариозного увядания и альтернариоза – на горчице сарептской яровой сорт Юнона.

Погодные условия 2021-2023 гг. в условиях проведения опытов (Приложение А.2-А.14) в течение вегетационного периода этих культур способствовали высокой распространенности и среднему развитию болезней: фомоза на рапсе озимом, фузариозного увядания – на горчице сарептской яровой и альтернариоза – на обеих культурах.

Распространенность фомоза и альтернариоза на рапсе озимом при проведении учета в фазе желтого стручка в контрольном варианте (без обработки) в среднем за три года исследований была высокой – 51,8 и 55,6 %, развитие изученных болезней средним – 41,2 и 45,7 % (таблица 94).

При комплексном применении химических средств защиты растений для предпосевной обработки семенного материала и защиты растений в течение всего периода вегетации распространенность и развитие фомоза на рапсе снизились в 1,7 и 5,5 раза по сравнению с контролем (без обработки) и в 1,6 и 4,5 раза по сравнению с хозяйственным контролем, составив в фазе желтого стручка 29,6 и 7,4 % соответственно. Распространенность и развитие альтернариоза при использовании химической защитной системы снизились по сравнению с контрольным вариантом в 1,8 и 7,1 раза и в 1,7 и 6,3 раза по сравнению с хозяйственным контролем.

Биологическая эффективность системы химических защитных мероприятий против фомоза и альтернариоза на рапсе озимом составила 82,0 и 86,0 %, соответственно, что значительно превысило хозяйственный контроль (на 63,8 и 75,3 %).

В связи с тем, что посевы горчицы сарептской озимой поражаются фомозом и альтернариозом в той же степени, что и рапса озимого, и нуждаются в химической защите (при отсутствии зарегистрированных для применения на данной культуре фунгицидов) мы в экспериментальных целях экстраполировали принцип разработки системы химической

защиты озимого рапса на горчицу сарептскую с учетом ранее изложенных результатов исследований биологической эффективности фунгицидов.

Таблица 94 – Биологическая эффективность системы химической защиты рапса озимого сорт Лорис в отношении фомоза и альтернариоза, % (степная зона Западного Предкавказья, 2021-2023 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/т, л/га	Фомоз			Альтернариоз		
		Р	Р	БЭ	Р	Р	БЭ
Контроль (без обработки)	–	51,8	41,2	–	55,6	45,7	–
Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазол) (опрыскивание в фазе розетки): хозяйственный контроль	1,0	48,4	33,7	18,2	53,4	40,8	10,7
Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) (предпосевная обработка семян), Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол, 125 г/л тебуконазол) (опрыскивание в фазе розетки), Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол, 125 г/л тебуконазол) (опрыскивание в фазе бутонизации) Пиктор, КС (200 г/л боскалид, 200 г/л димоксистробин) (опрыскивание в фазе зеленого стручка)	12,5  0,6  0,8  0,5	  29,6	  7,4	  82,0	  29,7	  6,4	  86,0

Примечание: Р – распространенность болезни, %; R – развитие болезни, %, БЭ – биологическая эффективность, %

Исследования показали, что распространенность фузариозного увядания и альтернариоза на горчице сарептской яровой в контроле (без обработки) была так же высокой – 52,2 и 57,6 %, развитие болезней средним – 36,4 и 44,8 %, (таблица 95).

Таблица 95 – Биологическая эффективность системы химической защиты горчицы сарептской сорт Юнона в отношении фузариозного увядания и альтернариоза, % (степная зона Западного Предкавказья, 2021-2023 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/т, л/га	Фузариозное увядание			Альтернариоз		
		Р	Р	БЭ	Р	Р	БЭ
Контроль (без обработки)	–	52,2	36,4	–	57,6	44,8	–
Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазол) (опрыскивание в фазе цветения): хозяйственный контроль	1,0	45,6	25,1	31,0	55,2	21,5	52,0
Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) (предпосевная обработка семян), Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол) (опрыскивание в фазе бутонизации), Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол) (опрыскивание в фазе зеленого стручка)	12,5  0,8  0,8	  25,8	  6,6	  82,0	  28,8	  7,2	  84,0

Примечание: Р – распространенность болезни, %; Р – развитие болезни, %, БЭ – биологическая эффективность, %

Защитные мероприятия: протравливание посевного материала и двукратное опрыскивание фунгицидами в фазы бутонизации и зеленого стручка позволили снизить распространенность и развитие фузариозного увядания на растениях горчицы сарептской яровой в фазе желтого стручка по сравнению с контрольным вариантом в 2,0 и 5,5 раза, соответственно, хозяйственным контролем – в 1,7 и 3,8 раза. Распространенность и развитие альтернариоза при применении комплекса химических препаратов снизились по сравнению с контрольным вариантом в 2,0 и 6,2 раза, хозяйственным контролем – в 1,9 и 2,9 раза. Биологическая эффективность

разработанной системы химических защитных мероприятий против фузариозного увядания и альтернариоза на горчице сарептской яровой была высокой – 82,0 и 84,0 %, существенно превысив хозяйственный контроль (на 51,0 и 32,0 %).

В результате оценки одного из показателей эффективности действия изучаемых препаратов – сохраненного урожая – установлено, что в среднем за 2021-2023 гг. урожайность рапса озимого и горчицы сарептской яровой в вариантах с применением защитных химических мероприятий существенно превысила контрольный вариант (на 0,59 и 0,56 т/га соответственно) (таблица 96).

Таблица 96 – Урожайность масличных культур семейства Капустные в зависимости от системы химической защиты от болезней, т/га (степная зона Западного Предкавказья, 2021-2023 гг.)

Культура (фактор А)	Химические защитные мероприятия (фактор В)	Урожай- ность	А, НСР <sub>05</sub> =0,78	В, НСР <sub>05</sub> =0,30
1	2	3	4	5
Рапс озимый (сорт Лорис)	Контроль (без обработки)	2,77	3,04	2,38
	Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазол)– 1,0 л/га (опрыскивание в фазе розетки): хозяйственный контроль	2,98		2,63
	Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) – 12,5 л/т (предпосевная обработка семян), Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол, 125 г/л тебуконазол) – 0,6 л/га (опрыскивание в фазе розетки), Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол, 125 г/л тебуконазол) – 0,8 л/га (опрыскивание в фазе бутонизации), Пиктор, КС (200 г/л боскалид, 200 г/л димоксистробин) – 0,5 л/га (опрыскивание в фазе зеленого стручка)	3,36		2,95

Продолжение таблицы 96

1	2	3	4	5
Горчица сарептская яровая (сорт Юнона)	Контроль (без обработки)	1,98	2,26	
	Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазол) – 1,0 л/га (опрыскивание в фазе цветения): хозяйственный контроль	2,27		
	Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) – 12,5 л/т (предпосевная обработка семян), Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол) – 0,8 л/га (опрыскивание в фазе бутонизации), Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол) – 0,8 л/га (опрыскивание в фазе зеленого стручка)	2,54		
			НСР <sub>05</sub> =0,94	

По результатам проведенного двухфакторного опыта, урожайность обеих изученных масличных культур семейства Капустные при применении предложенной системы защитных мероприятий существенно превышала контрольный вариант (2,95 т/га против 2,38 т/га в контроле), а также вариант хозяйственного контроля (на 0,32 т/га).

Основным критерием использования разных приемов при выращивании сельскохозяйственных культур является экономическая эффективность (Кривошлыков, 2017). Установлено, что разработанная система химических защитных мероприятий позволяет получить прибыль с каждого гектара на рапсе озимом 62 891,6 руб., рентабельность при этом достигает 166,1 % против 139,2 % в контрольном варианте без обработки (таблица 97).

Применение разработанной системы химических защитных мероприятий на горчице сарептской способствовало получению прибыли с каждого гектара

55 784,0 руб. при уровне рентабельности 168,6 % (по сравнению с 110,5 % в контрольном варианте без обработки) (таблица 98).

Данные таблиц 97 и 98 свидетельствуют о высокой эффективности разработанной системы химических защитных мероприятий посевов масличных культур семейства Капустные от наиболее вредоносных болезней.

Таблица 97 – Экономическая эффективность возделывания рапса озимого сорт Лорис в зависимости от системы химических защиты растений (степная зона Западного Предкавказья, 2021-2023 гг.)

Показатель	Контроль (без обработки)	Фоликур, КЭ (опрыскивание в фазе розетки): хозяйственный контроль	Селест Топ, КС (предпосевная обработка семян), Прозаро, КЭ (опрыскивание в фазе розетки), Прозаро, КЭ (опрыскивание в фазе бутонизации), Пиктор, КС (опрыскивание в фазе зеленого стручка)
Урожайность, т/га	2,77	2,98	3,36
Производственные затраты на 1 га, руб.	34 721,9	34 777,8	37 871,2
Затраты труда на 1 га, 1 т, чел-ч	30,8	32,5	37,2
Себестоимость 1 т продукции, руб.	12 535,0	11 670,4	11 271,2
Цена реализации, руб./т	30 000,0	30 000,0	30 000,0
Денежная выручка с 1 га, руб.	83 100,0	86 400,0	100 800,0
Прибыль, руб./га	48 347,3	51 589,7	62 891,6
Рентабельность, %	139,2	148,3	166,1

Таблица 98 – Экономическая эффективность возделывания горчицы сарептской сорт Юнона в зависимости от системы химических защиты растений (степная зона Западного Предкавказья, 2021-2023 гг.)

Показатель	Контроль (без обработки)	Фоликур, КЭ (опрыскивание в фазе цветения): хозяйственный контроль	Селест Топ, КС (предпосевная обработка семян), Кустодия, КС (опрыскивание в фазе бутонизации), Кустодия, КС (опрыскивание в фазе зеленого стручка)
Урожайность, т/га	1,98	2,27	2,54
Производственные затраты на 1 га, руб.	32 900,0	33 200,8	33 081,8
Затраты труда на 1 га, 1 т, чел-ч	30,8	32,5	34,2
Себестоимость 1 т продукции, руб.	16 616,2	14 625,5	13 024,3
Цена реализации, руб./т	35 000,0	35 000,0	35 000,0
Денежная выручка с 1 га, руб.	69 300,0	79 450,0	88 900,0
Прибыль, руб./га	36 369,2	46 216,7	55 784,0
Рентабельность, %	110,5	139,2	168,6

Результаты исследований внедрены в производство на посевах рапса озимого в ПОА «Племзавод им. В.И. Чапаева» (Краснодарский край, Динской р-н) и горчицы сарептской яровой в ЗАО «ФЭС Семена» (Ставропольский край, Шпаковский р-он) (Приложение 3.1, 3.2).

Таким образом, разработанная система химических защитных мероприятий в сочетании с возделыванием устойчивых к болезням, экологически пластичных сортов способствует осуществлению контроля распространенности и развития болезней на растениях, обеспечению получения стабильного урожая изученных культур, что позволяет рекомендовать эту систему к применению не только на рапсе, но и других масличных культурах семейства Капустные при условии включения данных препаратов в «Реестр пестицидов и агрохимикатов ...» (до 2025 г. «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов ...»).

## **7 ПРИНЦИПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

По мнению многих ученых, наиболее эффективным для максимального сохранения качественных и количественных характеристик урожая семян сельскохозяйственных культур является применение системы интегрированной защиты растений, которая представляет собой систему управления фитосанитарным состоянием агроценоза путем комплексного использования рекомендуемых средств, приемов и методов, поддерживающих численность вредных организмов ниже экономического порога вредоносности (Чулкина и др., 2010; Павлюшин и др., 2013; Дубровин, 2014).

В условиях Западного Предкавказья в 2009 г. была предложена система интегрированной защиты посевов рапса озимого от болезней и вредителей (Пивень и др., 2009). Для снижения распространенности и вредоносности болезней в эту систему были включены агротехнические мероприятия (соблюдение четырех-шести-польного севооборота; внесение микроэлементов; дисковое лушение стерни предшественника на глубину 10-15 см, интенсивное рыхление почвы) и рекомендованные для защиты вегетирующих растений рапса фунгициды, содержащие действующее вещество тебуконазол из химического класса триазолы.

При разработке системы исследователи опирались на те факты, что склероции возбудителя белой гнили гриба *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Vary, сохраняются в почве до трех-четырех лет, а распространенность и развитие альтернариоза в посевах в случае возврата рапса через четыре года на прежнее место снижаются в 5 и 15 раз соответственно по сравнению с одним годом. Поэтому для снижения вредоносности этих болезней авторы рекомендуют соблюдение четырех-шести-польного севооборота. Применение микроудобрений, содержащих цинк, серу, марганец, бор, повышают

устойчивость рапса к грибным болезням. Дисковое лушение стерни предшественника и интенсивное рыхление почвы улучшает условия жизнедеятельности почвенных сапротрофных организмов. Химические препараты против фомоза, цилиндроспориоза, альтернариоза, белой и серой гнили рекомендовано применять в фазе розетки при условии теплой продолжительной осени (Пивень и др., 2009).

Однако на сегодняшний день в условиях современных систем земледелия входящие в зональную систему интегрированной защиты растений агротехнические мероприятия не в полной мере обеспечивают существенное снижение инфекционной нагрузки в посевах как рапса, так и других изученных культур в условиях степной зоны Западного Предкавказья. По данным наших исследований, количество жизнеспособных склероций гриба *S. sclerotiorum* значительно снижалось только через семь лет хранения (с 97 до 32 %) (Сердюк и др., 2019). А развитие и распространение спор возбудителей альтернариоза не зависело от севооборота, т.к. грибы рода *Alternaria* Nees являются патогенными для большинства сельскохозяйственных культур и дикорастущих растений. По нашим данным, распространенность альтернариоза была средней и высокой во все годы исследований на всех изученных культурах (См. раздел 3.3).

Заделка растительных остатков предшественника в почву на 10-15 см при дисковом лушении стерни и дальнейшая обработка почвы по типу пара не приводит к уничтожению инфекционного начала патогенов. В парующей почве отмечалась высокая доля патогенных для масличных культур семейства Капустные грибов рода *Fusarium* Link (См. раздел 3.4).

Кроме этого, при проведении исследований на яровой горчице сарептской установлено, что корневая подкормка (перед посевом семян) растений культуры минеральными микроудобрениями, содержащими цинк, молибден, медь и бор, а также некорневая (обработка вегетирующих растений в фазе стеблевания) – удобрениями, в состав которых входили магний, сера, бор, марганец, цинк, медь, железо и молибден, не способствовали снижению

распространенности и развития фузариозного увядания на растениях по сравнению с контрольным вариантом (без обработки) (Приложение И).

Распространенность болезни во всех вариантах в среднем за годы исследований была на уровне с контролем и составила 24,5-30,0 % (на контроле – 26,5 %). Степень поражения растений варьировала от 1 до 4 баллов, развитие болезни составило 12,0-17,5 % (на контроле – 14,0 %).

Применение фунгицидов, предназначенных для обработки вегетирующих растений рапса озимого, только в фазе розетки является недостаточным для снижения вреда, наносимого озимым рапсу и горчице сарептской фомозом и другими болезнями. Вредоносность многих болезней, как описано нами в предыдущих главах диссертации, является существенной при их высокой распространенности и отсутствии обработок посевов культур препаратами в весенне-летний период.

Наряду с этим, в зональной системе интегрированной защиты растений даны рекомендации к созданию и обязательному использованию сортов, устойчивых к болезням, без указания конкретных сортов, а также разработанных методов и способов оценки селекционного материала рапса и других культур.

Таким образом, анализ существующей зональной системы интегрированной защиты растений свидетельствуют о необходимости ее усовершенствования. Более этого, до настоящего времени отсутствует системы интегрированной защиты агроценозов озимых горчицы сарептской и рыжика, а также яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой и горчицы черной.

Обобщение собственных исследований и литературных данных позволило усовершенствовать зональную систему интегрированной защиты агроценозов рапса озимого от поражения болезнями в условиях степной зоны Западного Предкавказья и предложить ее для других масличных культур семейства Капустные с целью максимального сохранения урожая семян.

Усовершенствованная система интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные включает в себя мониторинг фитосанитарного

состояния агроценозов и определение влияния патогенов на хозяйственные показатели урожая, применение селекционного метода защиты растений, подразумевающего полевую и лабораторную оценку селекционного материала на устойчивость к болезням, и химического метода, основанного на использовании комплекса малоопасных химических препаратов для обработки семян и вегетирующих растений (таблица 99).

Таблица 99 – Зональная и усовершенствованная система интегрированной защиты агроценозов масличных культур семейства Капустные от болезней в условиях степной зоны Западного Предкавказья

Фактор	Система интегрированной защиты агроценозов	
	зональная	усовершенствованная
1	2	3
Культура	Рапс озимый	Озимые рапс, горчица сарептская, рыжик и яровые рапс, горчица сарептская, горчица белая, горчица черная, рыжик
Элементы системы интегрированной защиты растений	Агротехнический метод защиты	
	- 4-6-польный севооборот, - внесение микроэлементов, - дисковое лушение стерни предшественника на глубину 10-15 см, интенсивное рыхление почвы.	- 4-6-польный севооборот, - внесение микроэлементов, - дисковое лушение стерни предшественника на глубину 10-15 см, интенсивное рыхление почвы.
	Селекционный метод защиты	
	Рекомендации в необходимости создания и возделывании устойчивых к болезням сортов	На основе устойчивого селекционного материала создан сорт горчицы сарептской яровой Галатея, устойчивый к фузариозному увяданию. На Госсортоиспытание передан сорт горчицы белой Пиканто, устойчивый к этой болезни.
Химический метод защиты		
Применение препаратов, содержащих тебуконазол (250 г/л) путем однократного опрыскивания посевов рапса озимого в фазе розетки (норма применения – 1,0 л/га).	Система мониторинга фитосанитарного состояния агроценозов на основе модифицированных и оригинальных шкал учета болезней на растениях, на основе которой определены критические с точки зрения поражения болезнями и проведения защитных мероприятий фазы развития растений: - для озимых культур – розетка, бутонизация, зеленый стручок, - для яровых культур – бутонизация, зеленый стручок.	

Продолжение таблицы 99

1	2	3
Элементы системы интегрированной защиты растений		Предпосевная обработка семян препаратами, содержащими флудиоксонил (25 г/л) с нормой применения 12,5 л/т.
		Опрыскивание посевов фунгицидами, на основе действующих веществ: карбоксамиды, стробилурины и триазолы. Трехкратное опрыскивание озимых рапса и горчицы сарептской (в отношении фомоза – в фазах розетки и бутонизации, альтернариоза – в фазе зеленого стручка): Прозаро, КЭ – 0,6 л/га (в фазе розетки), Прозаро, КЭ – 0,8 л/га (в фазе бутонизации), Пиктор, КС – 0,5 л/га (в фазе зеленого стручка). Двукратное опрыскивание яровых культур (в отношении фузариозного увядания – в фазе бутонизации, альтернариоза – в фазе зеленого стручка): Кустодия, КС – 0,8 л/га (в фазе бутонизации), Кустодия, КС – 0,8 л/га (в фазе зеленого стручка)

Многолетний мониторинг фитосанитарного состояния агроценозов изучаемых озимых и яровых культур выявил наиболее распространенные и вредоносные болезни, оказывающие отрицательное влияние на хозяйственные показатели урожая в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Для озимых культур таковыми являлись фомоз и альтернариоз, для яровых – фузариозное увядание и альтернариоз.

На основании данных мониторинга проведена полевая оценка большого объема селекционного материала культур с целью поиска доноров устойчивости к фомозу, пероноспорозу и фузариозному увяданию. В результате выделены образцы культур, устойчивые к болезням и превышающие селекционные сорта-стандарты по урожайности и масличности.

Урожайность выделенных перспективных образцов превышала селекционные сорта-стандарты в среднем за годы исследований по культурам: рапса озимого на 0,47-0,63; горчицы сарептской озимой – 0,23-0,54; рыжика озимого – 0,23-0,34; рапса ярового – 0,17-0,39; горчицы сарептской яровой – 0,20-0,26; горчицы белой – 0,18-0,24; горчицы черной – 0,26-0,34 и рыжика ярового – 0,11-0,20 т/га.

Масличность лучших образцов также превышала сорта-стандарты: рапса озимого на 0,5-0,8; горчицы сарептской озимой – 0,8-1,9; рыжика озимого – на 0,2-0,5; рапса ярового – 0,2-2,0; горчицы сарептской яровой – на 2,0-2,7; горчицы белой – 0,6-0,9; горчицы черной – 2,1-2,7 и рыжика ярового – 0,4-0,9 %.

Результаты усовершенствованных и разработанных методов лабораторной оценки образцов озимых и яровых культур подтвердили данные полевых исследований, что позволяет проводить экспресс-оценку большого объема селекционного материала и ускорить процесс создания новых устойчивых к болезням сортов культур.

Однако создание новых сортов, проявляющих устойчивость к болезням, является достаточно длительным процессом, ввиду этого применение химических препаратов в настоящее время является необходимым при выращивании масличных культур семейства Капустные. Для минимизирования негативного влияния наиболее распространенных и вредоносных болезней на урожай семян культур изучено действие фунгицидов на патогены. Установлено, что в процессе возделывания озимых и яровых масличных культур семейства Капустные необходимо рациональное комплексное применение малотоксичных протравителей для обработки семян с целью защиты растений в начальные фазы развития и препаратов для обработки посевов для снижения поражения болезнями более взрослых вегетирующих растений при условии регистрации этих препаратов в «Реестре пестицидов и агрохимикатов ...» (до 2025 г. «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов ...») для применения не только на рапсе, но и рыжике, и разных

видах горчицы. Сохраненный урожай семян в результате использования комплекса химических фунгицидов против наиболее опасных болезней составил: на рапсе озимом 0,59 т/га, на горчице сарептской яровой – 0,56 т/га.

Разработанная система химических защитных мероприятий позволила получить прибыль с каждого гектара на рапсе озимом 62 891,6 руб., на горчице сарептской яровой – 55 784,0 руб., рентабельность при этом достигает 166,1 и 168,6 % против 139,2 и 110,5 % соответственно в контроле без обработки.

Таким образом, усовершенствованная система интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные позволяет эффективно ограничивать распространенность и развитие болезней в агроценозах, сдерживать возникновение резистентных форм патогенов и обеспечивать оптимальные условия для формирования стабильно высокого урожая изученных культур.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Видовой состав возбудителей болезней озимых и яровых масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья включает в себя представителей отделов *Oomycota* (Подцарство SAR (*Stramenopiles* + *Alveolata* + *Rhizaria*)), *Proteobacteria* (Царство *Bacteria*), *Ascomycota*, *Mucoromycota*, *Basidiomycota*, *Chytridiomycota* (Царство *Fungi*), типов *Nematoda* (Царство *Animalia*) и *Tenericutes* (Царство *Bacteria*).

Почвенные микромицеты в агроценозах озимых и яровых масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья относятся к родам *Trichoderma* Pers., *Fusarium* Link, *Penicillium* Link, *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Cladosporium* Link и *Mucor* Fresen. К моменту созревания семян максимальная доля грибов-супрессоров рода *Trichoderma* Pers. и минимальная – патогенных грибов рода *Fusarium* Link среди озимых культур отмечены в почве агроценоза горчицы сарептской (85,6 и 5,1 %), среди яровых культур – горчицы белой (85,4 и 7,1 % соответственно).

Симптомы проявления мучнистой росы рыжика ярового и пероноспороза рыжика озимого отличались от симптомов на других масличных культурах семейства Капустные. Установлена филогенетическая специализация патогенов: возбудитель белой ржавчины приурочен к яровым рапсу, горчице белой, рыжику, а также рыжику озимому; черной ножки – к озимым и яровым рапсу и горчице сарептской; пепельной гнили – к яровым рапсу, рыжику и разным видам горчицы; ботридиоз – к озимым рапсу и горчице сарептской; вертициллезного увядания – к озимому и яровому рапсу, а также горчице сарептской яровой.

В условиях степной зоны Западного Предкавказья в первой декаде мая-второй декаде июля (период проявления основных симптомов всех болезней на растениях) показатели комплекса погодных факторов: гидротермический коэффициент и относительная влажность воздуха, наибольшее влияние оказывали на распространенность болезней рыжика озимого (сильная

положительная корреляция с белой ржавчиной, средняя положительная – с пероноспорозом, склеротиниозом и фузариозным увяданием, умеренная положительная – с альтернариозом и умеренная отрицательная – с мучнистой росой и бактериальным увяданием).

Наибольшая вредоносность среди доминирующих болезней яровых масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья выявлена у фузариозного увядания (снижение продуктивности растений в среднем на 46,8-58,8 %) и альтернариоза (снижение лабораторной всхожести на 20,5-94,2 %, а масличности семян – на 1,0-20,6 %); озимых рапса и горчицы сарептской – у фомоза (снижение продуктивности растений в среднем на 36,1-37,1 %) и альтернариоза (снижение лабораторной всхожести на 21,2-94,4 %, масличности семян – на 1,6-26,6 %); рыжика озимого – у пероноспороза (абсолютные потери урожая – 100 %).

На естественном инфекционном фоне в полевых условиях выделены устойчивые к болезни образцы культур озимых рапса и горчицы сарептской, превышающие сорта-стандарты по урожайности и масличности, с целью введения их в селекционный процесс. Оценка селекционного материала яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика на естественном инфекционном фоне фузариоза также позволила выделить устойчивые к болезни в форме трахеомикозного увядания образцы, превышающие сорта-стандарты по урожайности и масличности, с целью включения их в работу по созданию новых сортов культур.

Урожайность выделенных перспективных образцов превышала селекционные сорта-стандарты в среднем за годы исследований по культурам: рапса озимого на 0,47-0,63; горчицы сарептской озимой – 0,23-0,54; рыжика озимого – 0,23-0,34; рапса ярового – 0,17-0,39; горчицы сарептской яровой – 0,20-0,26; горчицы белой – 0,18-0,24; горчицы черной – 0,26-0,34 и рыжика ярового – 0,11-0,20 т/га.

Масличность лучших образцов также превышала сорта-стандарты: рапса озимого на 0,5-0,8; горчицы сарептской озимой – 0,8-1,9; рыжика озимого – на

0,2-0,5; рапса ярового – 0,2-2,0; горчицы сарептской яровой – на 2,0-2,7; горчицы белой – 0,6-0,9; горчицы черной – 2,1-2,7 и рыжика ярового – 0,4-0,9 %.

В «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» 2023 г. включен сорт горчицы сарептской яровой Галатея, в 2025 г. – сорт горчицы белой Пиканто, устойчивые к фузариозному увяданию.

Предложенная модифицированная методика лабораторной оценки селекционного материала озимых рапса и горчицы сарептской на устойчивость к фомозу позволяет сократить сроки оценки до семи суток, а лабораторную оценку устойчивости к фузариозному увяданию – до 24 часов, что позволяет проводить экспресс-оценку большого объема селекционного материала и ускорить процесс создания новых устойчивых к болезням сортов культур.

Культуральные фильтраты грибов *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans и *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not, как возбудителей фузариозного увядания и фомоза, содержащие комплекс метаболитов патогенов, проявляли высокотоксичные свойства в отношении проростков яровых и озимых масличных культур семейства Капустные. Разная реакция у контрастных по устойчивости к болезням образцов культур служит обоснованием возможности применения культуральных фильтратов грибов при проведении лабораторной оценки селекционного материала яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика на устойчивость к фузариозному увяданию, а озимых рапса и горчицы сарептской – к фомозу.

Фитосанитарная экспертиза семян масличных культур семейства Капустные показала, что из большинства пораженных семян выделяются грибы рода *Alternaria* spp. (1,5-18,0 %). Поражение семян грибами рода *Fusarium* Link было значительно ниже и составило 0,6-1,8 %. Отмечено отсутствие поражения возбудителями фузариоза семян озимого и ярового рыжика. Грибами, вызывающими плесневение семян при хранении (*Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *M. musedo*), было поражено 0,3-3,5 %, при этом в семенах рыжика ярового

и горчицы черной эти патогены отсутствовали. Патогенные бактерии родов *Xanthomonas* Dows. и *Pseudomonas* Migula. были выделены в единичных случаях только из семян рапса озимого и горчицы сарептской яровой (0,3-0,6 % от общего количества семян).

Протравливание семян масличных культур семейства Капустные фунгицидами существенно снижает уровень их внутреннего инфицирования патогенами. Протравители с действующими веществами флудиоксонил + мефеноксам (8 + 32,3 г/л) и флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) полностью подавляли внутреннюю семенную инфекцию на всех культурах. При применении протравителей с действующими веществами тирам (400 г/л), тебуконазол (60 г/л), имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) количество семян, из которых выделены патогены, составило 1-2 %. При этом фитотоксичное влияние на лабораторную всхожесть семян и биометрические показатели проростков озимых и яровых масличных культур семейства Капустные не отмечено только при применении протравителей, содержащих действующее вещество флудиоксонил (8 или 25 г/л). В вариантах с их применением всхожесть превышала контроль на 1-6 %, длина корня и высота стебля проростков изученных культур были на уровне с контрольными вариантами или превышали их.

Испытанные химические протравители семян в условиях степной зоны Западного Предкавказья не оказывали отрицательного влияния на содержание грибов-супрессоров *Trichoderma* Pers. в почве в течение вегетации рапса ярового. Содержание почвенных патогенных микромицетов *Fusarium* spp. к моменту созревания рапса ярового в вариантах с применением препаратов ниже по сравнению с контрольным вариантом (семена без обработки) в 1,7-2,0 раза

Пораженность фомозом вегетирующих растений эффективно снижала двукратная обработка посевов рапса озимого (осенью в фазе розетки и весной в фазе бутонизации) фунгицидами, содержащими действующие вещества тебуконазол (250 г/л) с нормой применения 0,75 и 1,0 л/га или протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) с нормой применения 0,6 и 0,8 л/га. Биологическая

эффективность препаратов на фоне развития болезни в контрольном варианте 42,8 % составила 82-84 %. Снижению пораженности альтернариозом вегетирующих растений озимых рапса и горчицы сарептской способствовало однократное опрыскивание посевов культур в фазе зеленого стручка фунгицидами с действующими веществами протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) с нормой применения 0,8 л/га или боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) с нормой применения 0,5 л/га. Биологическая эффективность препаратов на рапсе и горчице сарептской на фоне развития болезни в контроле (39,2 и 35,8 %) составила 82-83 и 81-84 %.

Наиболее эффективное действие в отношении фузариозного увядания установлено у препаратов с действующими веществами тебуконазол (250 г/л) и азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) с нормой применения 1,0 и 0,8 л/га соответственно при применении их в фазе бутонизации растений. Биологическая эффективность в этих вариантах на фоне развития болезни в контроле 34,0-40,0 % составила 78-81 и 80-85 %. В отношении альтернариоза наиболее действенными показали себя фунгициды, включающие действующие вещества азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) с нормой применения 0,8 и 0,5 л/га соответственно при применении их в фазе зеленого стручка растений. Биологическая эффективность в этих вариантах на фоне развития болезни в контрольных вариантах 39,0-45,8 % составила 82-83 и 84-85 %.

Оптимизированная система химической защиты посевов масличных культур семейства Капустные при использовании комплекса фунгицидов на рапсе озимом обеспечивает прибавку урожая по сравнению с контролем на 0,59 т/га (0,38 т/га по сравнению с хозяйственным контролем), на горчице сарептской яровой – 0,56 т/га (0,27 т/га по сравнению с хозяйственным контролем), уровень рентабельности при этом составил 166,1 % и 168,6 %, соответственно против 139,2 и 110,5 % в контроле без обработки.

Усовершенствованная система интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные включает в себя мониторинг фитосанитарного

состояния агроценозов и определение влияния патогенов на хозяйственные показатели урожая, применение селекционного метода защиты растений, подразумевающего полевую и лабораторную оценку селекционного материала на устойчивость к болезням, и химического метода, основанного на использовании комплекса малоопасных химических препаратов для обработки семян и вегетирующих растений. Разработанная система химических защитных мероприятий позволила получить прибыль с каждого гектара на рапсе озимом 62 891,6 руб., на горчице сарептской яровой – 55 784,0 руб.

Таким образом, усовершенствованная система интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные позволяет эффективно ограничивать распространенность и развитие болезней в агроценозах, сдерживать возникновение резистентных форм патогенов и обеспечивать оптимальные условия для формирования стабильно высокого урожая изученных культур.

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ**

С целью защиты озимых и яровых масличных культур семейства Капустные от вредоносного воздействия доминирующих болезней и максимального сохранения урожая семян рекомендуем применять усовершенствованную систему интегрированной защиты агроценозов, включающую:

1. Регулярный мониторинг фитосанитарного состояния агроценозов масличных культур семейства Капустные в предложенные фазы вегетации с использованием модифицированных и оригинальных шкал поражения растений болезнями.

2. Полевую и лабораторную оценку селекционного материала озимых и яровых масличных культур семейства Капустные с использованием предложенных методов с целью выделения доноров устойчивости к доминирующим болезням.

3. Систему защитных химических мероприятий, состоящую из:

а) предпосевной обработки семян препаратом с действующим веществом флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л) с нормой применения 12,5 л/т;

б) обработки посевов культур в течение вегетации:

- озимых рапса и горчицы сарептской двукратно (в фазах розетки и бутонизации) препаратом с действующими веществами протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л) с нормой применения 0,6 и 0,8 л/га и однократно (в фазе зеленого стручка) – препаратом с действующими веществами боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л) с нормой применения 0,5 л/га;

- яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика двукратно (в фазах бутонизации и зеленого стручка) с использованием фунгицида с действующими веществами азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л) с нормой применения 0,8 и 0,8 л/га

при условии включения препаратов с изученными действующими веществами в «Реестр пестицидов и агрохимикатов ...» (до 2025 г. «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов ...») для применения на рыжике и разных видах горчицы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абеленцев, В.И. Инкрустирование – прогрессивный способ протравливания семян / В.И. Абеленцев, Т.Я. Жесткова // Защита и карантин растений. – 1998. – № 4. – С. 51–53.
2. Агаркова, З. Микоплазменные заболевания кормовых культур в Западной Сибири / З. Агаркова, Л. Ашмарина, Н. Коняева // Главный агроном. – 2009. – № 2. – С. 65–67.
3. Агрессивность грибов рода *Alternaria* на подсолнечнике в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / А.В. Гайдамакин, Н.Н. Глазунова, А.П. Шутко [и др.] // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2024. – № 4 (56). – С.28–34.
4. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края / Под ред.: З.М. Русеева и Ш.Ш. Народецкой. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 276 с.
5. Адаптивные технологии возделывания масличных культур в южном регионе России / В.М. Лукомец, С.Л. Горлов, Н.М. Тишков [и др.] – Краснодар. – 2010. – 159 с.
6. Александрова, А.В. Ключ для определения видов рода *Trichoderma* / А.В. Александрова, Л.Л. Великанов, И.И. Сидорова // Микология и фитопатология. – 2006. – Т. 40. – Вып. 6. – С. 457-468.
7. Алексеева, К.Л., Болезни зеленых овощных культур (диагностика, профилактика, защита) / К.Л. Алексеева, М.И. Иванова. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 188 с.
8. Артамонов, А.А. Устойчивость ярового рапса к группе патогенов / А.А. Артамонов, С.И. Затонских // Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур : сб. ст. по материалам 4-й междунар. конф. молодых ученых и специалистов, посвященной 95-летию со дня основания ВНИИМК. – Краснодар. – 2007. – С. 6–7.
9. Артамонов, А.А. Болезнеустойчивые сорта ярового рапса / А.А. Артамонов, В.И. Горшков // Земледелие. – 2009. – № 2. – С. 45-46.

10. Артамонов, А.А. Устойчивость сортов рапса к болезням / А.А. Артамонов // Агро XXI. – 2014. – № 10–12. – С. 5–7.
11. Афанасенко, О.С. Генетическая защита растений: проблемы и перспективы / О.С. Афанасенко // Защита и карантин растений. – 2016. – № 1. – С. 13–16.
12. Ашмарина, Л. Болезни рапса ярового и устойчивость сортообразцов в условиях Западной Сибири / Л. Ашмарина, Н. Коняева, И. Горобей // Защита и карантин растений. – 2009. – № 2. – С. 62–64.
13. Бабьева, И.П. Биология почв / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: Изд-во Моск. ун-та., 1983. – 149 с.
14. Бедловская, И.В. Некоторые результаты микологических исследований в посевах озимого рапса / И.В. Бедловская, Д.Е. Горло, Ф.И. Дмитренко // Энтузиасты аграрной науки : сб. ст. по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 310-летию Йогану Готтшальку Валлериусу и 90-летию академика Ефимова Виктора Никифоровича. – 2019. – Вып. 20. – С. 166–170. – ISBN 978-5-6043187-3-7.
15. Белюченко, И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология) : учебное пособие / И.С. Белюченко. – Краснодар: ФГОУ ВПО «Кубанский ГАУ», 2010. – С. 14–20. – ISBN 978-5-94672-454-8.
16. Берсенева, О.А. Почвенные микромицеты основных природных зон / О.А. Берсенева, В.П. Саловарова, А.А. Приставка // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». – 2008. – Т. 1. – № 1. – С. 3–9.
17. Билай, В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – Киев. – 1973. – С. 242.
18. Билай, В.И. Фузарии / В.И. Билай. – Киев: «Наукова Думка», 1977. – 339 с.
19. Билай, В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – Киев. – 1982. – 551 с.

20. Билай, В.И. Аспергиллы / В.И. Билай, Э.З. Коваль. – Киев: Наукова думка, 1988. – 204 с.
21. Биологически активные соединения овощей / Н.А. Голубкина, С.М. Сирота, В.Ф. Пивоваров [и др.] – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2010. – 200 с.
22. Блажний, Е.С. Почвы равнинной и предгорной степной части Краснодарского края / Е.С. Блажний // Тр. КСХИ. – Краснодар. – 1958. – Вып. № 4 (32). – С. 7–35.
23. Блажний, Е.С. Характеристика водного режима выщелоченных черноземов Кубани / Е.С. Блажний // Агрохимическая характеристика почв и повышение их плодородия // Тр. КСХИ. – Краснодар. – 1974. – Вып. 8 (109). – С. 3–16.
24. Болезни культурных растений / под ред В.А. Павлюшина. – Санкт-Петербург, 2005. – 288 с.
25. Бороздина, И.Б. Сравнительная характеристика бактерий рода *Pseudomonas* при культивировании на искусственных питательных средах / И.Б. Бороздина // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2010. – № 2. – С. 67–71.
26. Бочкарева, Э.Б. Итоги работы по селекции и семеноводству рапса и сурепицы во ВНИИМК / Э.Б. Бочкарева // Международное координационное совещание: Научное обеспечение отрасли рапсососяния и пути реализации биологического потенциала рапса. – Липецк, 2000. – С. 68–70.
27. Бочкарева, Э.Б. Исходный материал для селекции ярового рапса с улучшенным жирно-кислотным составом масла / Э.Б. Бочкарева, В.В. Сердюк // Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур. – 2000. – № 2. (123). – С. 54–59.
28. Бочкарева, Э.Б. Перспективный исходный материал озимого рапса для селекции сортов, устойчивых к фомозу / Э.Б. Бочкарева, В.В. Солдатова, А.В. Степин // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2006. – Вып. 1 (134). – С. 78–82. – ISSN 2412-608X.

29. Брянцев, Б.А. Защита растений от вредителей и болезней / Б.А. Брянцев, Т.Л. Доброзракова. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1958. – 412 с.
30. Буркин, А.А. Потенциал токснообразования грибов рода *Penicillium*, поражающих грубые корма / А.А. Буркин, Г.П. Кононенко, Е.А. Пирязева // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – № 3. – С. 616–625. – ISSN 0131-6397.
31. Ваисов, А.Р. Влияние приемов защиты растений на формирование урожая озимого рапса / А.Р. Ваисов, Р.И. Сафин, Д. Шпаар // Роль аграрной науки в инновационном развитии агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам Международной научно-практической конференции. – Казань: изд-во КазГАУ, 2009. – С. 18–20.
32. Ваисов, А.Р. Особенности развития и приемы контроля микозов озимого рапса в Предкамье Республики Татарстан : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / Ваисов Айнур Райнурович. – Йошкар-Ола, 2011. – 23 с.
33. Ван дер Планк, Я.Е. Устойчивость растений к болезням / Я.Е. Ван дер Планк. – М.: Колос, 1972. – 254 с.
34. Великанов, Л.Л. Полевая практика по экологии грибов и лишайников / Л.Л. Великанов, И.И. Сидорова, Г.Д. Успенская. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1980. – 112 с.
35. Вертициллезное увядание рапса озимого в условиях степной зоны Западного Предкавказья / О.А. Сердюк, Е.Ю. Шипиевская, В.С. Трубина, В.В. Сердюк // АгроСнабФорум. – 2018. – № 7. – С. 43–45.
36. Видовой состав и токсикологическая характеристика грибов рода *Aspergillus*, выделенных из грубых кормов / Г.П. Кононенко, Е.А. Пирязева, Е.В. Зотова, А.А. Буркин. – DOI: [10.15389/agrobiology.2017.6.1279rus](https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.6.1279rus) // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 6. – С. 1279–1286.
37. Виды почвы на Кубани. 1Zoom.club [сайт]. URL : <https://1zoom.club/6372-vidy-pochvy-na-kubani-71-foto.html> (дата обращения 20.06.2025).

38. Власова, Э.А. Методы оценки исходного и селекционного материала моркови на устойчивость к болезням / Э.А. Власова, Е.И. Федоренко // Науч.-тех. Бюл. ВИР. – М., 1986. – Т. 161. – С. 28–34.
39. Влияние фузариоза на структуру урожая горчицы белой (*Sinapis alba* L.) / В.С. Трубина, О.А. Сердюк, Л.А. Горлова, Е.Ю. Шипиевская // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 81. – С. 215–219.
40. Возняковская, Ю.М. Микробиологические основы экологической системы земледелия / Ю.М. Возняковская // Агрехимия. – 1995. – № 5. – С. 115–124.
41. Волуевич, Е.А. Генетика устойчивости рапса (*Brassica napus* L.) к фомозу // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2017. – № 1. – pp. 101–118.
42. Восстановить супрессивность почв / В.С. Горьковенко, Л.А. Коростелева, О.А. Монастырский, В.А. Ярошенко // Защита и карантин растений. – 2006. – № 8. – С. 18–19.
43. Вредные организмы в посевах рапса и меры борьбы с ними : монография / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, С.А. Семеренко, О.А. Сердюк. – Краснодар. – 2020. – 215 с. – ISBN 978-5-93491-837-9.
44. Вторичные метаболиты грибов рода *Aspergillus*, выделенных из почв различных регионов России / И.И. Хмельницкая, Н.Г. Винокурова, Б.П. Баскунов, М.У. Аринбасаров // Современная микология в России. Первый съезд микологов России. Тезисы докладов. – М., 2002. – С. 264.
45. Гасич, Е.Л. *Leptosphaeria biglobosa* R.A. Shoemaker & H. Brun – возбудитель фомоза озимого рапса в Краснодарском крае / Е.Л. Гасич // Рапс – культура XXI века: аспекты использования на продовольственные и энергетические цели. – Липецк, 2005. – С. 281–284.
46. Гешеле, Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений : монография / Э.Э. Гешеле. – М.: Колос, 1978. – 208 с.

47. Говердовская, М.Д. Идентификация грибов рода *Fusarium* spp. на юге России / М.Д. Говердовская, Д.Г. Решетько, О.А. Брагина. – DOI: [10.21515/1999-1703-105-150-156](https://doi.org/10.21515/1999-1703-105-150-156) // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 105. – С. 150–156.

48. Гойман, Э. Инфекционные болезни растений / Э. Гойман. Пер. с нем. под ред. М.С. Дунина. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1954. – 610 с.

49. Голова, А.А. Изменчивость основных жирных кислот масла современных линий озимого и ярового рапса селекции ВНИИМК / А.А. Голова, Л.А. Горлова // Сб. ст. по материалам X всероссийской конференции молодых ученых и специалистов. – Краснодар : ВНИИМК, 2019. – С. 37–40.

50. Голощапова, Н.Н. Ложная мучнистая роса: заражение, симптомы и устойчивость подсолнечника к возбудителю болезни / Н.Н. Голощапова, С.В. Гончаров, Е.Г. Самелик // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2022. – № 175 (01). – [4] с. – URL : <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-175-004> (дата обращения: 18.01.2023).

51. Голубцов, Д.Н. Эффективность применения многокомпонентных фунгицидов против вредоносных микозов озимой пшеницы / Д.Н. Голубцов, Е.Ю. Жижина, Е.А. Мелькумова. – DOI: [10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_3\\_79](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_79) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15. – № 3(74). – С. 79–86.

52. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Дата введения 1986-07-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 30 с.

53. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – Дата введения 1995-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 57 с.

54. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия. – Дата введения 2006-01-01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 22 с.

55. ГОСТ 21507-2013. Защита растений. Термины и определения. – Дата введения 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – 27 с.
56. ГОСТ 33749-2014. Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. – Дата введения 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 12 с.
57. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Часть I. Пестициды. – М., 2023. – С. 65–894.
58. Грибные болезни ярового рапса в России и их вредоносность / Е.Л. Гасич, М.М. Левитин, В.А. Никаноренков [и др.] // Вестник защиты растений. – 2003. – № 2. – С. 54–57.
59. Григорьев, Е.В. Устойчивость сортов ярового рапса к болезням грибной этиологии в условиях Курганской области / Е.В. Григорьев, А.А. Постовалов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (73). – С. 95–98.
60. Грисенко, Г.В. Патогенные грибы ризосферы кукурузы и болезни растений / Г.В. Грисенко, Т.Л. Сотула // В кн. : Новые приемы борьбы с вредителями и болезнями кукурузы. – Днепропетровск, 1979. – С. 115–120.
61. Груздев, Г.С. Практикум по химической защите : учебное пособие / Г.С. Груздев, А.И. Афанасьева. – М.: Колос, 1983 – С. 225–231.
62. Грязева, В.И. Фитосанитарный мониторинг семенных посевов основных зерновых культур / В.И. Грязева, О.М. Касынкина. – DOI: [10.36461/NP.2021.59.2.006](https://doi.org/10.36461/NP.2021.59.2.006) // Нива Поволжья. – 2021. – № 2 (59). – С. 62–67.
63. Губанов, Г.Я. Вилт хлопчатника / Г.Я. Губанов. – М.: Колос, 1972. – 395 с.
64. Джеффри, Ч. Биологическая номенклатура / Ч. Джеффри. Пер. с англ. Е.Б. Алексеева, под ред. канд. биол. наук М.В. Мины. – М.: Издательство «Мир», 1980. – С. 112.

65. Доброзракова, Т.Л. Сельскохозяйственная фитопатология : учебник / Т.Л. Доброзракова. – Л.: Колос, 1966. – 328 с.
66. Довгаль, Е.С. Изучение фузариозного увядания капусты в условиях лесостепи Украины и разработка мер борьбы с ними: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.11 / Довгаль Елена Сергеевна. – Харьков, 1968. – 19 с.
67. Документ TGP/12 «Особые признаки». Раздел TGP/12.1.1: Признаки, выраженные в ответ на внешние факторы: устойчивость к болезням. – UPOV. Международный союз по охране новых сортов растений. – 2002. – 12 с.
68. Долгиев, М. Мучнистая роса – опасная болезнь / М. Долгиев // Защита и карантин растений. – 2008. – № 6. – С. 21.
69. Долженко, В.И. Защита растений: настоящее и будущее / В.И. Долженко // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 24–26.
70. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки) : учебник / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 336 с.
71. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки) : учебник / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 352 с.
72. Драгавцева, И.А. Лимитирующие факторы среды, определяющие продуктивность многолетних садовых насаждений / И.А. Драгавцева, И.А. Бандурко, И.Л. Ефимова // Новые технологии. – 2013. – № 2. – С. 110–114.
73. Драховская, М.Д. Прогноз в защите растений / М.Д. Драховская. – М.: Сельхозлитература, 1962. – С. 168–173.
74. Дубровин, В.В. Интегрированные методы защиты растений : краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / В.В. Дубровин. – Саратов : ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014. – 62 с.
75. Дудченко, Л.Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения : справочник / Л.Г. Дудченко, А.С. Козьяков, В.В. Кривенко. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 56–57.

76. Евсеев, В.В. Концепция экологически безопасной защиты растений / В.В. Евсеев // XI Зырянские чтения : сб. ст по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Курган : Курганский государственный университет, 2013. – С. 203–204.
77. Енкина, О.В. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани / О.В. Енкина, Н.Ф. Коробской. – Краснодар. – 1999. – 150 с.
78. Енкина, О.В. Итоги исследований по микробиологии почв / О.В. Енкина // История научных исследований во ВНИИМКе за 90 лет. Сост.: Н.И. Бочкарев, С.Д. Крохмаль. – 2-е изд., исправленное и дополненное. – Краснодар: Редакция журнала «Сельские зори», 2003. – С. 239–243.
79. Ерохова, М.Д. Черная ножка – опасное заболевание картофеля / М.Д. Ерохова, Н.В. Дренова. – DOI: [10.5281/zenodo.4903156](https://doi.org/10.5281/zenodo.4903156) // Защита и карантин растений. – 2014. – № 7. – С. 28–30.
80. Ефремова, Е.Н. Влияние энергосберегающей технологии обработки на микрофлору почвы / Е.Н. Ефремова // Вестник аграрной науки Дона. – 2015. – № 2 (30). – С. 5–10.
81. Жербеле, И.Я. Грибы рода *Ascochyta* в Прибалтике : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Жербеле Ирина Яковлевна. – Л. : ВИЗР, 1963. – 20 с.
82. Жизнь растений / Под ред. Н.А. Красильникова, А.А. Уранова. – М.: Изд. «Просвещение», 1974. – Т. 1. – С. 320–323.
83. Захаренко, В.А. Мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем в связи с прогнозированием площадей обработок пестицидами в Российской Федерации / В.А. Захаренко. – DOI: [10.1134/S0002188118120128](https://doi.org/10.1134/S0002188118120128) // Агрохимия. – 2018. – № 12. – С. 3–21.
84. Защита рапса / В.П. Федоренко, Н.П. Секун, И.Л. Марков [и др.] // Защита и карантин растений. – 2008. – С. 70–99.
85. Защита рапса / Н.И. Бочкарев, В.Т. Пивень, Н.М. Тишков [и др.] // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2017. – № 1. – С. 37 (1)–76 (40).

86. Защита посевов рапса от болезней, вредителей и сорняков : монография / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, Н.М. Тишков [и др.] – Краснодар. – 2012. – 204 с.
87. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во Московского университета, 1987. – 256 с.
88. Звягинцев, Д.Г. Биология почв : учебник / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: Изд-во Московского университета, 2005. – 444 с. – ISBN: 5-211-04983-7.
89. Здрожевская, С.Д. Перспективные фунгициды на основе тритикопазона / С.Д. Здрожевская // Фитосанитарное оздоровление систем : сб. ст. по материалам Второго Всероссийского съезда по защите растений. – С.-П., 2005. – Т. II. – С. 285–286.
90. Зеленева, Ю.В. Устойчивость сортов мягкой пшеницы, возделываемых на территории Саратовской области, к возбудителям септориозных пятнистостей / Ю.В. Зеленева, Э.А. Конькова. – DOI: [10.18699/VJGB-23-70](https://doi.org/10.18699/VJGB-23-70) // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – Т. 27. – № 6. – С. 582–590.
91. Зеленцов, С.В. К вопросу изменения климата Западного Предкавказья / С.В. Зеленцов, А.С. Бушнев // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – Краснодар, 2006. – Вып. 2 (135). – С. 79–92.
92. Зональные ресурсосберегающие технологии возделывания, подработки и хранения ярового и озимого рапса в Центральном федеральном округе / А.Ю. Измайлов, В.П. Елизаров, П.М. Пугачев и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 95 с.
93. Зубов, А.А. Генетические особенности и селекция земляники: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.05 / Зубов Алексей Алексеевич. – Мичуринск, 1992 – 46 с.

94. Ибрагимов, Т.З. Фитосанитарная экспертиза поля и система поддержки принятия решений / Т.З. Ибрагимов, С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2015. – № 5. – С. 18–21.

95. Иванцова, Е.А. Оптимизация фитосанитарного состояния агробиоценозов Нижнего Поволжья: дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.07 / Иванцова Елена Анатольевна. – Волгоград, 2009. – 453 с.

96. Иванцова, Е.А. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту / Е.А. Иванцова // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. – Сер. 11. Естеств. науки. – № 1 (5). – С. 35–40.

97. Иванцова, Е.А. Болезни столовой свеклы и меры защиты / Е.А. Иванцова // ФЕРМЕР. Черноземье. – 2017. – № 8. – С.42–44.

98. Ижевский, С.С. Негативные последствия применения пестицидов / С.С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2006. – № 5. – С. 16–19.

99. Интегрированная защита растений: фитосанитарная оптимизация агроэкосистем : (термины и определения) / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.] – М.: Изд-во Колос, 2010. – 482 с.

100. Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков : (рекомендации) / С.В. Сорока, А.А. Запрудский, В.В. Агейчик [и др.]. – Минск: Колорград, 2016. – 124 с. – ISBN 978-985-7148-52-3.

101. IGC прогнозирует, что мировые площади рапса под урожай 2025 года будут незначительно выше, чем в прошлом году: [сайт]. – 2024. – URL : <https://www.oilworld.ru/analytics/worldmarket/354969> (дата обращения: 15.12.2024).

102. Кандыбин, Н.В. Микробиологизация – альтернатива химизации при получении экологически безопасной продукции растениеводства : региональные рекомендации / Н.В. Кандыбин, О.В. Смирнов. – М. – 1995. – Вып. 1. – 72 с.

103. Капустные зеленые овощи / А.В. Солдатенко, М.И. Иванова, Л.Л. Бондарева, М.М. Тареева. – М.: Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2022. – 296 с. – ISBN 978-5-901695-89-0.

104. Карпачев В.В. Проблемы и перспективы селекции рапса на продуктивность и устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам / В.В. Карпачев // Вестник ОрелГАУ. – 2006. – № 2-3. – С. 28–32.

105. Карпухин, М.Ю. Грибковые заболевания томатов в защищенном грунте / М.Ю. Карпухин, Т.Л. Чапалда, Д.В. Перевалова // Агрофорум. – 2023. – № 5. – С. 88–91.

106. Каспаров, В.А. Применение пестицидов за рубежом / В.А. Каспаров, В.К. Промоненков. – М.: Агропромиздат, 1990. – 224 с.

107. Кашнова, Е.В. Устойчивость селекционного материала капусты белокочанной к болезням в условиях Алтайского края / Е.В. Кашнова, Н.Н. Чернышева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 2 (52). – С. 8–10.

108. Кириленко, Т.С. Определитель почвенных сумчатых грибов / Т.С. Кириленко. – Киев: Наукова Думка, 1978. – 263 с.

109. Кириченко, К.С. Почвы Краснодарского края : учебное пособие. / К.С. Кириченко. – Краснодар: Крайгосиздат, 1952. – 236 с. – ISBN: 978-5-94672-454-8.

110. Ключкова, О.С. Эффективность применения фунгицидов Титул Дуо и Пиктор в посевах ярового рапса / О.С. Ключкова, О.Б. Соломко // Вестник Белорусской государственной академии. – 2015. – № 1. – С. 63–66.

111. Козарь, Е.Г. Биологическая активность вторичных метаболитов растений семейства Brassicaceae / Е.Г. Козарь // Овощи России. – 2011. – № 1. – С. 46–53.

112. Комплексная защита рапса 2023 : сайт. – URL : [https://www.syngenta.ru/sites/g/files/kgtney371/files/media/document/2023/08/21/komplexnaya\\_zashita\\_rapsa\\_2023.pdf](https://www.syngenta.ru/sites/g/files/kgtney371/files/media/document/2023/08/21/komplexnaya_zashita_rapsa_2023.pdf) (дата обращения 18.12.2023).

113. Комплексы микромицетов выщелоченного чернозема при загрязнении нефтью и внесении микроорганизмов-нефтедеструкторов / Г.Ф. Рафикова, Е.В. Кузина, Е.А. Столярова [и др.]. – DOI: [10.31857/S0026364820020099](https://doi.org/10.31857/S0026364820020099) // Микология и фитопатология. – 2020. – Т. 54. – № 2. – С. 107–115.

114. Косвенные методы оценки селекционного материала // Агроархив. Сельскохозяйственные материалы : [сайт]. – 2014. – URL : <https://agroarchive.ru/immunitet-rasteniy/page/3/> (дата обращения 12.06.2024).

115. Красильников, Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения / Н.А. Красильников. – М.: Издательство Академии Наук СССР, 1958. – 465 с.

116. Кривошлыков, К.М. Методические рекомендации по оценке экономической эффективности производства масличных культур в производственных посевах и полевых опытах / К.М. Кривошлыков. – Краснодар : ВНИИМК, 2017. – 20 с.

117. Кривченко, В.И. Методические указания по ускоренной оценке устойчивости овощных культур к болезням и расовой дифференциации их возбудителей / В.И. Кривченко, Э.А. Власова, В.В. Тимошенко. – Ленинград. – 1975. – 33 с.

118. Кузнецов, И.А. Обработка почвы (Основы к построению систем обработки почвы по зонам Краснодарского края) / И.А. Кузнецов. – Краснодар : Кн. изд-во, 1968. – С. 40–76.

119. Кузнецова, И.Ф. Протравливание семян – особую заботу / И.Ф. Кузнецова // Защита растений. – 1978. – № 3. – С. 14–15.

120. Куркина, Ю.Н. Структура почвенных комплексов микроскопических грибов под разными сортами бобов овощных / Ю.Н. Куркина. – DOI: [10.18619/2072-9146-2019-1-89-93](https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-89-93) // Овощи России. – 2019. – № 1 (45). – С. 89-93.

121. Левитин, М.М. Изменение климата и прогноз развития болезней растений / М.М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2012. – Т. 46. – № 1. – С. 14–19.

122. Литвинов, М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов / М.А. Литвинов. – Л.: Наука, 1967. – 311 с.

123. Лукин, С.В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области / С.В. Лукин. – 2-е изд., дополненное. – Белгород: Константа, 2016. – 344 с. – ISBN: 978-5-9786-0449-8.

124. Мамедова, Н.Х. Фитопатологическая оценка устойчивости гибридов хлопчатника к вертициллезному вилту / Н.Х. Мамедова // Первые международные Беккеровские чтения. – Волгоград. – 2010. – Ч. 1. – С. 140–141.

125. Мантрова, М.В. Микобиота верхнего слоя подстилки сосняков парков г. Сургута в экологической оценке антропогенного влияния на данные территории / М.В. Мантрова. – DOI: [10.17816/snv2021102109](https://doi.org/10.17816/snv2021102109) // Самарский научный вестник. – 2021. – Т. 10. – № 2. – С. 66–71.

126. Марков, И.Л. Болезни рапса и методы их учета / И.Л. Марков // Защита растений. – 1991. – № 6. – С. 55–60.

127. Мерлин, А.Е. Эффективность использования в рационах лактирующих коров кукурузного силоса, заготовленного с побочными продуктами переработки семян горчицы : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.04, 06.02.02 / Мерлин Андрей Евгеньевич. – Волгоград, 2008. – 134 с.

128. Метод оценки устойчивости рапса и горчицы к фузариозу / В.Ф. Зайчук, Н.Г. Коновалов, Г.А. Калюжная, О.Ф. Полянская // Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур. – 1990. – Вып. 4 (III). – С. 49–52.

129. Методические указания по протравливанию семян сельскохозяйственных культур. – М.; Колос, 1988. – 48 с.

130. Методы фитопатологии / З. Кирай, З. Клемент, Ф. Шоймоши, Й. Вереш. Перевод С.В. Васильевой, Ю.Т. Дьякова, С.Н. Лекомцевой. – М.: «Колос», 1974. – С. 178–191.

131. Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации. – дата введения 24.12.2004. – ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана,

Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, Центр ГСЭН в Краснодарском крае. – 2004. – 12 с.

132. Микромицеты на озимой пшенице в Краснодарском крае и Ростовской области / Н.С. Жемчужина, М.И. Киселева, А.В. Александрова, Т.М. Коломиец // Защита и карантин растений. – 2020. – № 6. – С. 22–26.

133. Микрофлора чернозема выщелоченного при длительном применении минеральных удобрений / А.Х. Шеуджен, С.А. Кольцов, О.А. Гуторова [и др.]. – DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.56.067> // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 02 (56). – Ч. 2. – С. 89–94.

134. Милько, А.А. Определитель мукооральных грибов / А.А. Милько. – Киев: Наукова Думка, 1974. – 303 с.

135. Мир растений. Грибы / гл. ред. А.Л. Тахтаджян. – М.: «Просвещение», 1991. – Т. 2. – С. 379–380.

136. Мирчинк, Т.Г. Почвенная микология : учебное пособие / Т.Г. Мирчинк. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 220 с. – ISBN: 5-211-00157-5.

137. Михно, Л.А. Фитопатологическая характеристика сорта как иммуногенетический прием интегрированной защиты озимой пшеницы от болезней / Л.А. Михно, А.П. Шутко // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 5. – С. 38–42. DOI: [10.28983/asj.y2019i5pp38-42](https://doi.org/10.28983/asj.y2019i5pp38-42).

138. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и самоочищение почвы / Е.Н. Мишустин, М.И. Перцовская. – М.: Изд. Академии наук СССР, 1954. – С. 72–83.

139. Модификация метода искусственного заражения проростков подсолнечника возбудителем фомоза в лабораторных условиях для определения колонизирующей активности штаммов-продуцентов микробиопрепаратов / Л.В. Маслиенко, А.Х. Воронкова, Л.А. Даценко, Е.А. Ефимцева. – DOI: [10.25230/2412-608X-2020-4-184-57-62](https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-4-184-57-62) // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 4 (184). – С. 52–56.

140. Монахос, Г.Ф. Наследование устойчивости к серой гнили у самонесовместимых линий кочанной капусты / Г.Ф. Монахос, Д.В. Пацурия, В.Г. Суденко // Доклады ТСХА. – М. – 2000. – Вып. 272. – С. 91–96.

141. Мониторинг экологического и фитосанитарного состояния темнохвойных лесных массивов тебердинского национального парка / И.В. Атанов, А.А. Динаев, А.П. Шутко и др. // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 12. – С. 21–29.

142. Морфологические, физические, водно-физические и физико-химические показатели чернезема выщелоченного Западного Предкавказья / А.Х. Шеуджен, О.А. Гуторова, Есипко С.В. и др. // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. – Москва. – 2018. – Монография в 5-ти томах. – Т. III. – С.45–50.

143. Назарько, М.Д. Изменение состава почвенных микромицетов при интенсивном антропогенном воздействии в северных районах Кубани / М.Д. Назарько // Известия вузов. Пищевая технология. – № 4. – 2007. – С. 110–111.

144. Наумов, Н.А. Методы микологических и фитопатологических исследований / Н.А. Наумов. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1937. – 272 с.

145. Наумова, Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н.А. Наумова. – М.-Л.: Сельхозиздат, 1960. – С. 197-199.

146. Нечай, Н.Л. Распространение грибов рода *Aspergillus* на зерне сельскохозяйственных культур / Н.Л. Нечай // Современная микология в России : сб. ст по материалам III Международного микологического форума. – 2015. – Т. 5. – С. 97-98. – ISBN 978-5-901578-22-3.

147. Никанорова, А.Н. Фунгистазис почвы и его связь с супрессивностью почвы / А.Н. Никанорова // Вестник российской академии сельскохозяйственных наук. – 1992. – № 7-8. – С. 136–140.

148. Николаев, В.А. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы / В.А. Николаев, М.А. Мазиров, С.И. Зинченко // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 18–20.

149. Никоноренков, В.А. Болезни рапса / В.А. Никоноренков, Л.Г. Портенко, В.В. Карпачев // Кормопроизводство. –1997. – № 5. – С. 42–44.
150. Никоноренков, В.А. Фузариоз рапса / В.А. Никоноренков, Л.Г. Портенко, В.В. Карпачев // Защита и карантин растений. – 1999. – № 5. – С. 45.
151. Новожилов, К.В. Моделирование поведения пестицидов в окружающей среде / К.В. Новожилов, Н.Н. Семенова, Т.М. Петрова // Защита и карантин растений. – 1999. – № 12. – С. 8–13.
152. О биоразнообразии плесневых грибов техногенно-измененных почв на территории пермского края / В.В. Семериков, О.А. Четина, С.Ю. Баландина, К.Г. Шварц // Географический вестник. – 2013. – № 4 (27). – 79–81.
153. Общая и сельскохозяйственная фитопатология / Ю.Т. Дьяков, Дементьева М.И., Семенкова И. Г. [и др.] – М.: Колос, 1984. – 495 с.
154. Овсянкина, А.В. Грибы рода *Fusarium* на зерновых культурах: видовой состав и внутривидовое разнообразие / А.В. Овсянкина // Современная микология в России : сб. ст. по материалам III Международного микологического форума. – 2015. – Т. 5. – С. 101–103. – ISBN 978-5-901578-22-3.
155. Оздоровить почву, привлечь опылителей и... Заработать на горчице!: [сайт]. – 2025. – URL : <https://exactfarming.com/mustard> (дата обращения: 15.06.2025).
156. Определитель болезней растений / М.К. Хохряков, Т.Л. Доброзракова, К.М. Степанова [и др.] – Л.: Колос, 1966. – 592 с.
157. Определитель болезней сельскохозяйственных культур / М.К. Хохряков, В.И. Потлайчук, А.Я. Семенов, М.А. Элбакян. – Л.: Колос, 1984. – 304 с.
158. Особенности химического состава семян и масла горчицы сарептской / Н.С. Осик, И.В. Шведов, Г.З. Шишков, П.А. Каленов // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2000. – № 4. – С. 20–23.
159. Оценка селекционного материала рыжика озимого на устойчивость к поражению пероноспорозом в условиях центральной зоны Краснодарского края / О.А. Сердюк, Е.Ю. Шипиевская, В.С. Трубина, Л.А. Горлова //

Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : сб. ст. по материалам 8-ой Междунар. науч.-практ. конференции. – Краснодар. – 2017. – С. 371–375.

160. Оценка селекционного материала рапса ярового и горчицы сарептской на устойчивость к фузариозу / О.А. Сердюк, Е.Ю. Шипиевская, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции : сб. ст. по материалам II Междунар. науч.-практ. конференции. – Краснодар. – 2017. – С. 180–184.

161. Панасюга, А.П. Биологическая и хозяйственная эффективность фунгицидов в посевах горчицы белой / А.П. Панасюга, П.А. Саскевич, В.Р. Кажарский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 1. – С. 27–31.

162. Пастухов, И.О. Скрининг сортообразцов ярового рапса (*Brassica napus* L.) по устойчивости к фитопатогенам / И.О. Пастухов, В.В. Карпачев, Е.С. Кобзева. – DOI 10.33814/article\_5c7e23b0b8e126.56463020 // Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – № 1. – С. 49–54.

163. Патоконплекс почвенных микромицетов, ассоциирующихся с корневыми и прикорневыми гнилями земляники, в некоторых регионах России / С.Е. Головин, А.П. Глинушкин, И.А. Зеркалов, О.О. Белошапкина [и др.]. – DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10715 // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 7. – С. 62–70.

164. Пауль, Ф.Х. Рапс. Болезни. Вредители. Сорные растения / Ф.Х. Пауль. – Минск: ОДО «Дивимедиа», 2010. – С. 52–57.

165. Пересыпкин, В.Ф. Болезни технических культур : монография / В.Ф. Пересыпкин, З.А. Пожар, А.С. Корниенко. – М.: Агропромиздат, 1986. – 317 с.

166. Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология : учебник / В.Ф. Пересыпкин. – М.: Агропромиздат. – 1989. – С. 243–247. – ISBN 5-10-000292-1.

167. Перспективы и проблемы возделывания рыжика в России: [сайт]. – 2025. – URL : <https://agro.club/tpost/mofbxgr7n1-perspektivi-i-problemi-vozdolivaniya-riz> (дата обращения: 15.06.2025).

168. Першина, Г.Ф. Оценка устойчивости моркови к сухой фузариозной гнили / Г.Ф. Першина, Л.Т. Тимина // Науч.-тех. бюл. ВИР. – 1989. – Т. 192. – С. 46–49.

169. Пивень, В.Т. Защита подсолнечника от вредителей и болезней. / В.Т. Пивень // Науч.-тех. бюл. Всесоюз. науч.-иссл. института масличных культур . – 1987. – № 2. – С. 35–36.

170. Пивень, В.Т. Влияние обеззараживания семян горчицы сарептской фунгицидами на их посевные качества / В.Т. Пивень, Н.Г. Коновалов, О.А. Сердюк // Науч.-тех. бюл. Всесоюз. науч.-иссл. института масличных культур. – 2004 г. – Вып. 2 (131). – С.83–84.

171. Пивень, В.Т., Основные элементы интегрированной системы защиты рапса от вредителей и болезней в Северо-Кавказском регионе / В.Т. Пивень, С.Л. Горлов, С.А. Семеренко // Земледелие. – 2009. – № 2. – С. 36–37.

172. Пивень, В.Т. Снижение вредоносности болезней озимого рапса / В.Т. Пивень, О.А. Сердюк // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – Вып. 2 (144-145). – С. 97–98.

173. Пивень, В.Т. Фитосанитарный мониторинг болезней рапса / В.Т. Пивень, О.А. Сердюк // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур). – 2011. – Вып. 2 (148-149). – С. 162–166.

174. Пидопличко, Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель : [в 3 т.] / Н.М. Пидопличко. – Киев: «Наукова Думка», 1977.

175. Пирязева, Е.А. Распространенность в сенаже грибов родов *Aspergillus* и *Penicillium* / Е.А. Пирязева // Современная микология в России : сб. ст. по материалам III Международного микологического форума. – 2015. – Т. 5. – С. 111–112. – ISBN 978-5-901578-22-3.

176. Пискун, С.Г. Токсичность изолятов *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (Sacc) Snyder and Hansen – возбудителя фузариозного увядания томатов / С.Г. Пискун, В.Д. Поликсенова, В.С. Анохина // Современная микология в России. I съезд микологов России: сб. тезисов докладов. – 2002. – С. 270.

177. Площади масличных культур в 2025 году рекордно выросли // Экспертно-аналитический центр агробизнеса: [сайт]. – URL : <https://ab-centre.ru/news/ploschadi-maslichnyh-kultur-v-2025-godu-rekordno-vyrosli> (дата обращения: 20.09.2025).

178. Подкина, Д.В. Метод оценки селекционного материала сои на устойчивость к фузариозу и склеротиниозу / Д.В. Подкина, И.А. Котлярова, О.Н. Сухарева // Науч.-тех. бюл. Всесоюз. науч.-иссл. института масличных культур. – 1988. – Вып. 1 (100). – С. 21–23.

179. Попов, Ю.В. Контроль фитосанитарной ситуации – залог успешного возделывания картофеля / Ю.В. Попов, В.Ф. Рукин. – DOI: [10.47528/1026-8634\\_2022\\_7\\_31](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_7_31) // Защита и карантин растений. – 2022. – № 7. – С. 31–35.

180. Попов, Ю.В. Эффективность химических фунгицидов против корневых гнилей озимой пшеницы / Ю.В. Попов, А.И. Илларионов // Молодежный вектор развития аграрной науки : сб. ст. по материалам 73-й национал. науч.-практ. конференции студентов и магистрантов. – 2022. – С. 140–145.

181. Порсев, И.Н. Фитосанитарная и продукционная оценка роли сортов и фунгицидов в технологии возделывания яровой пшеницы в Зауралье / И.Н. Порсев, Е.Ю. Торопова, А.А. Малинников // Вестник Курганской ГСХА. – 2016. – № 2 (18). – С. 55–59.

182. Портенко, Л.Г. Видовой состав возбудителей черной пятнистости рапса и его сородичей в Центральном Черноземье / Л.Г. Портенко // Научное наследие П.П. Семенова-Тянь-Шанского и его роль в развитии современной

науки : сб. ст. по материалам Всероссийской конференции. – Липецк. – 1997. – С. 80–81.

183. Портенко, Л.Г. Фузариозное увядание рапса / Л.Г. Портенко, В.А. Никоноренков // Микология и фитопатология. – 1998. – Т. 32. – Вып. 3. – С. 56–60.

184. Постовалов, А.А. Экологическая пластичность и устойчивость к альтернариозу сортов ярового рапса в Курганской области / А.А. Постовалов, Е.В. Григорьев // Пути реализации федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы : сб. ст. по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. – С. 953–957.

185. Постовалов, А.А. Экологизация защиты ярового рапса от популяций фитопатогенов в лесостепи Зауралья. В книге: Стратегия научно-технологического развития России: Проблемы и перспективы реализации : монография. – Петрозаводск. – 2021. – С. 186–219.

186. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, И.Т. Трубилин [и др.] – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 1996. – 191 с.

187. Практикум по химической защите : учебное пособие / А.И. Афанасьева, Г.С. Груздев, Л.Б. Дмитриев [и др.] – М.: Колос, 1992. – С. 212–213.

188. Прахова, Т.Я. Селекция нетрадиционных масличных культур в Пензенском НИИСХ / Т.Я. Прахова // Научное обеспечение развития АПК России : сб. ст. по материалам V Всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 77–83.

189. Прахова, Т.Я. Качественная характеристика маслосемян рыжика озимого / Т.Я. Прахова, О.Н. Зеленина // Нива Поволжья. – 2009. – № 3. – С. 84–87.

190. Прахова, Т.Я. Рыжик масличный: биология, продуктивность, технология / Т.Я. Прахова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – № 9 (107). – С. 17–19.

191. Прахова, Т.Я. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность рыжика посевного/ Т.Я. Прахова // Нива Поволжья. – 2013. – № 3 (28). – С. 55–59.

192. Прахова, Т.Я. Влияние предпосевной обработки семян ярового рыжика на его продуктивность / Т.Я. Прахова, А.А. Смирнов, И.И. Плужникова // Актуальные проблемы сельскохозяйственных наук в России и за рубежом : сб. научных трудов Междунар. науч.-практ. конференции. – 2015. – С. 6–8.

193. Прахова, Т.Я. Динамика накопления масла и жирных кислот в семенах крестоцветных культур / Т.Я. Прахова. – DOI: [10.31857/S2500-26272019615-18](https://doi.org/10.31857/S2500-26272019615-18) // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – № 6. – С. 15–18.

194. Проблемы фузариозов сельскохозяйственных культур в Узбекистане и их роль в микотоксикозах пищевых продуктов / А.Г. Шеримбетов, А. Захидов, А.Ш. Шералиев [и др.] // Современная микология в России : сб. ст. по материалам III Международного микологического форума. – 2015. – Т. 5. – С. 123–124. – ISBN 978-5-901578-22-3.

195. Программируем урожайность рапса // Щелково Агрохим : официальный сайт. – 2023. – URL : [https://betaren.ru/upload/uf/b44/k1jktsgnv7zmvvj4q5aser81tjx9l45/web\\_raps\\_2023.pdf](https://betaren.ru/upload/uf/b44/k1jktsgnv7zmvvj4q5aser81tjx9l45/web_raps_2023.pdf) (дата обращения: 12.12.2023).

196. Разгуляева, Н.В. Методы ранней диагностики устойчивости клевера лугового и кострца безостого к болезням / Н.В. Разгуляева, Н.Ю. Костенко, Н.М. Пуца // Труды НИИСХ Сев. Зауралья. – Тюмень. – 1999. – С. 26.

197. Разгуляева, Н.В. Методы оценки болезней корневой системы озимого рапса / Н.В. Разгуляева // Рапс – культура XXI века: аспекты использования на продовольственные и энергетические цели : сб. докладов по материалам Междунар. науч.-практ. конференции. – Липецк. – 2005. – С. 274–280.

198. Реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Раздел Пестициды. – М., 2025. – 1544 с.
199. Результаты оценки селекционного материала озимого рапса на устойчивость к фомозу / Я.Э. Пилюк, Е.С. Бык, В.А. Лемеш, Г.В. Мозгова // Рапс: настоящее и будущее : сб. ст. по материалам 3-й межд. конф. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – С. 51–54.
200. Рекомендации по возделыванию ярового рапса в условиях Северного Казахстана : [сайт]. – Астана. – 2019. – С. 35–40. – URL : [https://1agro.kz/wp-content/uploads/2021/11/raps\\_recommendation.pdf](https://1agro.kz/wp-content/uploads/2021/11/raps_recommendation.pdf) ( дата обращения: 16.02.2022).
201. Роль сорта в защите озимой пшеницы / М.И. Зазимко, Д.П. Фетисов, С.С. Егоров, А.Н. Малыхина // Защита и карантин растений. – 2008. – № 6. – С. 11–13.
202. Рост и устойчивость растений. Сб. статей Сиб. инст. физиологии и биохимии растений / Отв. ред. Саляев Р.К., Кефели В.И. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 210 с.
203. Самуцевич, М.М. Техника фитопатологических исследований / М.М. Самуцевич. – Ленинградский областлит, 1931. – С. 20–29.
204. Санин, С.С. Фитосанитарные проблемы интенсивного растениеводства / С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2013. – № 12. – С. 3–8.
205. Санин, С.С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе / С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2016. – № 4. – С. 3–6.
206. Санин, С.С. Стратегия современной защиты растений при интенсивном зернопроизводстве / С.С. Санин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (66). – С. 35–39.
207. Саукова, С.Л. Особенности поражения подсолнечника фузариозной корневой гнилью, методы оценки и отбора устойчивого селекционного материала : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / Саукова Светлана Леонидовна. – Краснодар, 2011. – 131 с.

208. Селекция рыжика озимого на устойчивость к пероноспорозу / О.А. Сердюк, Е.Ю. Шипиевская, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Роль науки в формировании современной виртуальной реальности : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конференции. – Новосибирск. – 2018. – С. 51–54.

209. Селянинов, Г.Т. К методике сельскохозяйственной климатографии / Г.Т. Селянинов // Тр. С.-х. метеорологии. – Л. – 1930. – № 21 (2). – С. 14–15.

210. Семеренко, С.А. Протравливание семян – надежная защита всходов рапса от болезней и вредителей / С.А. Семеренко, О.А. Сердюк, Н.В. Медведева // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции : сб. ст. по материалам III Всероссийской науч.-практ. конференции молодых ученых и аспирантов. – Краснодар. – 2016. – С. 144–146.

211. Сердюк, О.А. Видовой состав возбудителей болезней горчицы сарептской в условиях Западного Предкавказья / О.А. Сердюк // Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур : сб. докладов 3-й международной конференции молодых ученых и специалистов. – Краснодар. – 2005. – С. 175–176.

212. Сердюк, О.А. Химические меры борьбы с альтернариозом на горчице сарептской / О.А. Сердюк // Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур : сб. докладов 3-й международной конференции молодых ученых и специалистов. – Краснодар. – 2005. – С. 177–179.

213. Сердюк, О.А. Фитотоксичность различных изолятов грибов рода *Alternaria* по отношению к растениям горчицы сарептской / О.А. Сердюк // Болезни и вредители масличных культур (сборник научных работ). – Краснодар. – 2006. – С. 108–110.

214. Сердюк, О.А. Влияние альтернариоза на биохимический состав семян горчицы сарептской / О.А. Сердюк // Политематический сетевой электронный журнал КубГАУ : [сайт]. – 2006. – № 22 (06). – URL : <http://ej.kubagro.ru/2006/06/pdf/11.pdf> (дата обращения: 18.12.2022).

215. Сердюк, О.А. Особенности развития грибов рода *Alternaria* Nees. на горчице сарептской и мероприятия по снижению их вредоносности : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.11 / Сердюк Оксана Анатольевна. – Воронеж, 2008. – 147 с.

216. Сердюк, О.А. Видовой состав патогенной микофлоры капустных культур в условиях центральной зоны Западного Предкавказья / О.А. Сердюк // Перспективные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур : сб. ст. по материалам 5-й международной конференции молодых ученых и специалистов. – Краснодар. – 2009. – С. 196-200.

217. Сердюк, О.А. Болезни масличных культур семейства капустные в условиях Краснодарского края / О.А. Сердюк, Э.Б. Бочкарева, В.Т. Пивень // Защита и карантин растений. – 2011. – № 3. – С. 50–53.

218. Сердюк, О.А. Изучение скрытой формы альтернариоза семян масличных культур семейства капустных / О.А. Сердюк // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – Вып. 1 (146-147). – С. 146–147.

219. Сердюк, О.А. Фитосанитарный мониторинг болезней рапса / О.А. Сердюк, В.Т. Пивень // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – Вып. 2 (148-149). – С. 162–166.

220. Сердюк О.А. Сравнительная оценка эффективности препаратов из группы триазолов против склеротиниоза и фомоза на рапсе озимом / О.А. Сердюк // Защита и карантин растений. – 2012. – № 5. – С. 21–22.

221. Сердюк, О.А. Болезни рыжика озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края / О.А. Сердюк, С.Л. Горлов, В.С. Трубина // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – Вып. 3 (163). – С. 91–95.

222. Сердюк, О.А. Оценка селекционного материала рыжика озимого на поражение болезнями в условиях центральной зоны Краснодарского края

/ О.А. Сердюк, В.В. Сердюк // Научное обеспечение производства риса и овощебахчевых культур в современных условиях : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конференции. – Краснодар. – 2016. – С. 181–184.

223. Сердюк, О.А. Поражение горчицы белой болезнями в условиях центральной зоны Краснодарского края / О.А. Сердюк, Е.Ю. Шипиевская, В.С. Трубина // Научное обеспечение производства риса и овощебахчевых культур в современных условиях : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конференции. – Краснодар. – 2016. – С. 184–188.

224. Сердюк, О.А. Систематическое положение возбудителей болезней рапса / О.А. Сердюк, В.В. Сердюк, В.В. Сердюк // Научное обеспечение производства риса и овощебахчевых культур в современных условиях : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конференции. – Краснодар. – 2016. – С. 189–194.

225. Сердюк, О.А. Поиск доноров устойчивости рыжика озимого к ложной мучнистой росе / О.А. Сердюк, Е.Ю. Шипиевская, В.С. Трубина // Актуальные вопросы науки. – М.: Изд. «Спутник», 2018. – С. 148–151.

226. Сердюк, О.А. Частота встречаемости болезней на горчице сарептской в центральной агроклиматической зоне Краснодарского края в зависимости от погодных условий / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова. – DOI: [10.21515/1999-1703-78-115-120](https://doi.org/10.21515/1999-1703-78-115-120) // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 78. – С. 115–120.

227. Сердюк, О.А. Вредоносность болезней рапса и горчицы сарептской в условиях центральной зоны Краснодарского края / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конференции с элементами школы молодых ученых. – Краснодар. – 2019. – С. 174–175.

228. Сердюк, О.А. Влияние внутренней инфекции на всхожесть и масличность семян масличных культур семейства Капустные / О.А. Сердюк,

В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 119–123.

229. Сердюк, О.А. Возможность прорастания склероциев гриба *Sclerotinia sclerotiorum* (lib.) de Bary в процессе их хранения / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // АгроСнабФорум. – 2019. – № 5. – С. 50–51.

230. Сердюк, О.А. Частота встречаемости болезней на горчице черной (*Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch) в условиях центральной зоны Краснодарского края в зависимости от метеорологических условий / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова. – DOI: [10.25230/2412-608X-2020-2-182-112-120](https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-112-120) // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 112–120.

231. Сердюк, О.А. Методика учета поражения болезнями масличных культур семейства Капустные / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Защита и карантин растений. – 2021. – № 3. – С. 23–26.

232. Сердюк, О.А. Почвенные микромицеты в агроценозах озимых масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Вавиловские чтения – 2022 : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов. – 2022. – С. 284–289.

233. Сердюк, О.А. Оценка гибридов рапса озимого селекции ВНИИМК на основе ЦМС на устойчивость к фомозу / О.А. Сердюк, Л.А. Горлова // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : сб. докладов V Международной научно-практической конференции. – Курск. – 2023. – С. 63–67.

234. Сердюк, О.А. Оценка селекционного материала горчицы белой на устойчивость к фузариозному увяданию / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конференции. – Краснодар, 2023. – С. 157–158.

235. Сердюк, О.А. Модифицированный метод оценки устойчивости яровых горчицы сарептской и рапса к фузариозному увяданию / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Приоритетные научные исследования в области производства и переработки плодоовощного сырья и винограда : сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конференции. – Махачкала. – 2023. – С. 190–196.

236. Сердюк, О.А. Влияние яровой горчицы на содержание микромицетов в почве в условиях Краснодарского края / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Фитосанитарная безопасность: угрозы, вызовы и пути решения : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной 65-летию основания института. – Алматы. – 2023. – С. 311–314.

237. Сердюк, О.А. Разработка методики определения фитотоксичности гриба *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyder & Hansen – возбудителя фузариозного увядания яровых рапса и горчицы сарептской / О.А. Сердюк, В.С. Трубина, Л.А. Горлова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Евразии : сб. науч. докладов XXVI международного научно-практического форума, посвященный памяти академика Б. Бямбаа. – Монголия, Улаанбаатар. – 2023. – С. 687–689.

238. Сердюк, О.А. Устойчивость горчицы черной к фузариозному увяданию в условиях центральной зоны Краснодарского края / О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 1 (197). – С. 113–118.

239. Сердюк, О.А. Почвенная микофлора агроценозов яровых рапса и рыжика / О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 1 (197). – С. 119–124.

240. Сердюк, О.А. Частота встречаемости гетеродеза на масличных культурах семейства Капустные в Краснодарском крае / О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 2 (198). – С. 87–93.

241. Сердюк, О.А. Влияние химических фунгицидов на содержание почвенных микромицетов в агроценозе рапса ярового в центральной зоне Краснодарского края / О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 2 (198). – С. 100–107.

242. Сердюк, О.А. Поиск эффективных препаратов против основных болезней горчицы сарептской / О.А. Сердюк // Защита и карантин растений. – 2024. – № 3. – С. 15–17.

243. Сердюк, О.А. Влияние метаболитов гриба *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyder & Hansen на растения яровых рапса и горчицы сарептской разных групп устойчивости к болезни / О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 4 (200). – С. 114–116.

244. Сердюк, О.А. Зависимость распространения серой гнили в посевах озимых рапса и горчицы сарептской в степной зоне Западного Предкавказья от погодных условий / О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2025. – Вып. 1 (201). – С. 83–89.

245. Сердюк, О.А. Сравнительный анализ видового состава микромицетов каштановой почвы и чернозема выщелоченного / О.А. Сердюк // Аграрная наука. – 2025. – № 3. – С. 97-103.

246. Сидорова, С.Ф. Изучение наиболее вредоносных болезней гречихи : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Сидорова Светлана Федоровна. – ВИЗР. – Л., 1965. – 125 с.

247. Симакин, А.Н. Агротехническая характеристика кубанских черноземов и удобрения / А.Н. Симакин. – Краснодар. – 1966. – 40 с.

248. Симптомы проявления фитоплазмозов на рапсе и горчице сарептской в условиях центральной зоны Краснодарского края / О.А. Сердюк, Е.Ю. Шипиевская, Л.А. Горлова, В.С. Трубина // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : сб. ст. по материалам II Междунар. науч.-практ. конференции. – Соленое Займище : ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», 2017. – С. 938–941.

249. Соколов, А.Д. Агрохимическая характеристика основных типов почв СССР / А.Д. Соколов, В.М. Фридганд. – М.: Наука, 1984. – С. 144–152.

250. Соколова, Г.Д. Энниатины и боверин – биологически активные метаболиты фитопатогенных видов *Fusarium* // Г.Д. Соколова / Микология и фитопатология. – 2008. – Т. 42. – Вып. 2. – С. 97–109.

251. Соколова, Л.М. Выделение и агрессивность возбудителей болезней родов *Fusarium* и *Alternaria* на моркови столовой / Л.М. Соколова // Овощеводство. – 2018. – № 3. – С. 21–24.

252. Солдатова, В.В. Биологические особенности и вредоносность патогенных грибов рапса / В.В. Солдатова, В.Т. Пивень // Болезни и вредители масличных культур (сб. науч. работ). – Краснодар. – 2006. – С. 97–107.

253. Соловьева, А.И. Методика создания провокационного фона / А.И. Соловьева // В сб. Вредители и болезни хлопчатника и других культур и борьба с ними. – Ташкент. – 1951. – С. 151–158.

254. Способность патогенных грибов выделять гидролитические ферменты / Б.Б. Еюбов, А.А. Меджнунова, Ф.Х. Гахраманова [и др.] // Географическая среда и живые системы. – 2009. – № (4). – С. 92–95.

255. Сравнение двух методов искусственного заражения семян льна возбудителями фузариоза *in vitro* / Л.В. Маслиенко, А.Х. Воронкова, Л.А. Даценко, Е.А. Ефимцева // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 100–105.

256. Средства защиты растений. Протравитель фунгицидный : [сайт]. – Сингента. Россия. – 2023. – URL : <https://www.syngenta.ru/products-crop-protection/type/protravitel-fungicidnyy-34931> (дата обращения: 12.12.2023).

257. Структура бактериальных и грибных сообществ ризосферного и внекорневого локусов серой лесной почвы / М.В. Семенов, Д.А. Никитин, А.Л. Степанов, В.М. Семенов. – DOI: [10.1134/S0032180X19010131](https://doi.org/10.1134/S0032180X19010131) // Почвоведение. – 2019. – № 3. – С. 355–369.

258. Тарасевич, А.А. Устойчивость к болезням коллекционных образцов, соматклонов, изогенных линий различных видов яровой пшеницы / А.А. Тарасевич, Н.Н. Колоколова // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 8. – С. 27–29.

259. Тарр, С. Основы патологии растений : монография / С. Тарр. – М.: Мир, 1975. – 587 с.
260. Терехова, В.А. Структура комплексов микромицетов в подстилке заповедных ельников Тверской области / В.А. Терехова, Т.А. Семенова, С.Я. Трофимов // Микология и фитопатология. – 1998. – Т. 32. – Вып. 3. – С. 18–24.
261. Типы фитосанитарного мониторинга как основа совершенствования интегрированной защиты растений / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, [и др.] // Защита и карантин растений. – 2010. – № 12. – С. 12–15.
262. Тишков, Н.М. Плодородие выщелоченного чернозема Западного Предкавказья и продуктивность зернопропашного севооборота с масличными культурами при длительном применении удобрений: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук : 06.01.04 / Тишков Николай Михайлович. – Краснодар, 2006. – 48 с.
263. Токсигенные свойства микроскопических грибов / Н.Р. Ефимочкина, И.Б. Седова, С.А. Шевелева, В.А. Тутельян. – DOI: [10.17223/19988591/45/1](https://doi.org/10.17223/19988591/45/1) // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2019. – № 45. – С. 6–33.
264. Торопова, Е.Ю. Влияние культурных растений на сапротрофные микроорганизмы и супрессивность почвы / Е.Ю. Торопова, М.П. Селюк, С.Н. Посаженников. – DOI: [10.24411/0235-2451-2018-10704](https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10704) // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 7. – С. 17–20.
265. Трейвас, Л.Ю. Защита роз в оранжереях / Л.Ю. Трейвас, Н.Ю. Борисова // Защита и карантин растений. – 1998. – № 10. – С. 41–42.
266. *Trichoderma harzianum* Rifai. как фактор повышения устойчивости томатов к возбудителю корневой гнили / Г.И. Громовых, В.М. Гукасян, Т.И. Голованова, С.В. Шмарловская // Микология и фитопатология. – 1998. – Т. 32. – Вып. 2. – С. 73–78.
267. Трубина, В.С. Влияние склеротиниоза на структуру урожая горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в зависимости от степени поражения растений

/ В.С. Трубина, Л.А. Горлова, О.А. Сердюк. – DOI: [10.47528/1026-8634\\_2020\\_4\\_44](https://doi.org/10.47528/1026-8634_2020_4_44) // Защита и карантин растений. – 2020. – № 4. – С. 44–46.

268. Устойчивость сорта как составной элемент интегрированной защиты растений / Д. Шпаар, Х. Хартлеб, А. Шпанакакис [и др.] // Вестник защиты растений. – 2003. – № 1. – С. 8–15.

269. Факторы индукции супрессивности почвы агроценозов / Е.Ю. Торопова, М.П. Селюк, О.А. Казакова [и др.] // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 51–64.

270. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко [и др.] – С.-П.: Родные просторы, 2013. – 184 с.

271. Фитосанитарное состояние посевов ярового рапса в условиях юга Нечерноземной зоны РФ / Т.Ф. Девяткина, С.С. Чигорин, С.А. Девяткин [и др.] // Защита растений от вредных организмов : сб. ст. по материалам X международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар. – 2021. – С. 107–110.

272. Харченко, Л.Н. Изучение эфирного горчичного масла семян крестоцветных / Л.Н. Харченко // Масло-жировая промышленность. – 1964. – № 3. – С. 14–17.

273. Химическая и биологическая защита растений / Г.А. Бегляров, А.А. Смирнова, Т.С. Баталова и др. – М.: Колос, 1983. – 351 с.: ил.

274. Хоулт, Дж. Краткий определитель бактерий Берге / Дж. Хоулт; пер. С.Ш. Тер-Казарьяна. – М.: «Мир», 1980. – 496 с.

275. Цховребов, В.С. Почвы и климат Старополя / В.С. Цховребов, В.И. Фаизова // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2. – С. 21–34.

276. Челенджер, Ф. Некоторые вопросы химии серусодержащих органических соединений / Ф. Челенджер. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – С. 148–535.

277. Черемисинов, Н.А. Общая патология растений : учебное пособие / Н.А. Черемисинов. – М.: «Высшая школа», 1973. – 350 с.

278. Чулкина, В.А. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири : монография / В.А. Чулкина, Н.М. Коняева, Т.Т. Кузнецова. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 254 с.

279. Чулкина, В.А. Экологические основы интегрированной защиты растений : учебник / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов. – М.: Колос, 2007. – 568 с. – ISBN 978-5-10-003953-2.

280. Чулкина, В.А. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии : учебник / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов. – М.: Колос, 2009. – 670 с. – ISBN 978-5-10-004030-9.

281. Чулкина, В.А. Фитосанитарный мониторинг вредных организмов как методологическая основа для разработки и совершенствования интегрированной защиты растений / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, И.Г. Воробьева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 4 (208). – С. 107–116.

282. Чумаков, А.Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А.Е. Чумаков, Т.И. Захарова. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – С. 7–100. – ISBN 5-10-001995-6.

283. Шамрай, С.М. Микотоксины – постоянная угроза со стороны «экологически чистых» природных / С.М. Шамрай // Биология. Все для учителя : [сайт]. – 2010. – Пилот. вып. – С. 7–14. – URL : [https://www.e-osnova.ru/PDF/osnova\\_1\\_0\\_3.pdf](https://www.e-osnova.ru/PDF/osnova_1_0_3.pdf) (дата обращения: 08.04.22).

284. Шашко, Ю.К. Селекционные методы борьбы с болезнями растений / Ю.К. Шашко // Наука и инновации. – 2010. – № 7 (89). – С. 24–25.

285. Шашко, Ю.К. Оценка эффективности фунгицидов на яровом рапсе в лабораторно-тепличных опытах / Ю.К. Шашко, Г.В. Будевич, М.Н. Шашко // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – № 53. – С. 160–164.

286. Швер, Ц.А. Климат Краснодар / Ц.А. Швер, Т.И. Павличенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 191 с.

287. Шипилова, Н.П. Систематика и диагностика грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах / Н.П. Шипилова, В.Г. Иващенко. – СПб, 2008. – 84 с.

288. Шкала для оценки поражения проростков рапса озимого фомозом при искусственном заражении в лабораторных условиях / В.В. Сердюк, Э.Б. Бочкарева, Л.А. Горлова, О.А. Сердюк // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства : сб. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конференции с междунар. участием и Всерос. Школы молодых ученых. – Белгород : ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», 2019. – С. 498–504.

289. Шкода, Э.И. Агрохимическая характеристика основных типов почв СССР / Э.И. Шкода. – М.: Наука, 1974. – С. 190–198.

290. Шпаар, Д. Устойчивость растений / Д. Шпаар // Защита и карантин растений. – 1994. – № 6. – С. 10–11.

291. Шутко, А.П. Системно-экологический подход к оптимизации фитосанитарного состояния агроэкосистем / А.П. Шутко // Проблемы воспроизводства плодородия почв и повышение продуктивности агроэкосистем : сб. ст. по материалам Международной науч.-практ. конференции. – Мичуринск. – 2004. – С. 309–312.

292. Шутко, А.П. Преимущества устойчивых сортов озимой пшеницы / А.П. Шутко, С.В. Шматко, В.А. Пчелинцева // Защита и карантин растений. – 2007. – № 8. – С. 52.

293. Шутко, А.П. Особенности фитосанитарного состояния агроценозов сахарной свеклы на Ставрополье / А.П. Шутко, Л.В. Тутуржанс, Е.В. Цыганкова // Сахарная свекла. – 2018. – № 1. – С. 14–16.

294. Шутко, А.П. Защита растений – работа профессионалов // Защита и карантин растений. – 2025. – № 9. – С. 3–5.

295. Щербаков, В.Г. Развитие микрофлоры семян рапса при хранении / В.Г. Щербаков, Л.К. Белоглазова, А.Д. Цикуниб // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1992 а.– № 5–6. – С. 17–18.

296. Щербаков, В.Г. Влияние плесневых микроорганизмов на биологическую ценность семян рапса и продуктов его переработки / В.Г. Щербаков,

Л.К. Белоглазова, А.Д. Цикуниб // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1992 б. – № 5–6. – С. 19–20.

297. Элементы технологии экспресс-метода оценки чувствительности растений подсолнечника к поражению фомозом на ранних стадиях развития / С.Л. Саукова, Т.С. Антонова, Н.М. Арасланова, М.В. Ивебор. – DOI: [10.25230/2412-608X-2020-3-183-114-120](https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-3-183-114-120) // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 114–120.

298. Эффективность применения фунгицидов против основных болезней рыжика посевного / И.И. Плужникова, А.А. Смирнов, Н.В. Криушин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 1. – С. 44–47.

299. Эффективность фунгицидов в снижении вредоносности биотрофных патогенов на яровом рапсе / Т.Ф. Девяткина, С.С. Чигорин, А.И. Силаев [и др.] . – DOI: [10.28983/asj.y2024i1pp4-10](https://doi.org/10.28983/asj.y2024i1pp4-10) // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 1. – С. 4–10.

300. 2000 Canola Disease Survey in Minnesota, North Dakota and South Dakota / A. Lamey, J. Knodel, K. McKay, G. Endres. // NDSU Repository: [сайт]. – 2001. – Extension Report 63. – p. 1-7. – URL : <https://library.ndsu.edu/ir/handle/10365/16926?show=full> (дата обращения: 02.12.2021).

301. Advanced spectroscopic techniques for plant disease diagnostics. A review / C. Farber, M. Mahnke, L. Sanchez, D. Kurouski // TrAC Trends in Analytical Chemistry: [сайт]. – 2019. – № 118. – pp. 43–49. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.05.022> (дата обращения: 02.12.2021).

302. Agronomic performance and seed quality attributes of Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) in multi-environment trials across Europe and Canada / F. Zanetti, C. Eynck, M. Christou [et al.] // Industrial Crops and Products: [сайт]. – 2017. – № 107. – pp. 602–608. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.022> (дата обращения: 02.12.2021).

303. Ahmed, A.G. Mustard Seed (*Brassica nigra*): Extract Exhibits Antiproliferative Effect against Human Lung Cancer Cells through Differential

Regulation of Apoptosis, Cell Cycle, Migration, and Invasion / A.G. Ahmed, U.K. Hussein, A.E. Ahmed. – DOI: 10.3390/molecules25092069 // Molecules. – 2020. – № 25 (9). – p. 2069.

304. Ahmed, H.A.M. Resistance inducers for root and charcoal rots caused by *Macrophomina phaseolina* and their impact on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth parameters / H.A.M. Ahmed, N.G. Ahmed, H. F. AL-Bably // J. of Phytopathology and Disease Management : [сайт]. – 2018. – № 5 (1). – pp. 22–34. – URL : <https://ppmj.net/index.php/ppmj/article/view/136/5.1.2> (дата обращения: 04.02.2022).

305. *Alternaria brassicicola* – Brassicaceae pathosystem: insights into the infection process and resistance mechanisms under optimized artificial bio-assay / M. Nowakowska, M. Wrzesińska, P. Kamiński, W. Szczechura [et al.]. – DOI:[10.1007/s10658-018-1548-y](https://doi.org/10.1007/s10658-018-1548-y) // European J. of Plant Pathology. – 2018. – № 153 (1). – pp. 131–151.

306. Anamorphic fungi / P.M. Kirk, P.F. Cannon, D.W. Minter, J.A. Stalpers // In : Dictionary of the Fungi. – 10th Edition. – 2008. – pp. 28–31. – ISBN 978-0851998268.

307. Ansari, N.A. Effect of *Alternaria* blight on oil content of rape seed and mustard / N.A. Ansari, M.W. Khan, A. Muheet // Current Science: [сайт]. – 1988. – V. 57. – pp. 1023–1024. – URL : <https://www.currentscience.ac.in/Volumes/57/18/1023.pdf> (дата обращения: 14.02.2023).

308. Antifungal activity of *Bacillus mojavensis* D50 against *Botrytis cinerea* causing postharvest gray mold of tomato / L. Zheng, X. Gu, Y. Xiao [et al.] // Scientia Horticulturae: [сайт]. – 2023. – V. 312. – 111841. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111841> (дата обращения: 14.02.2023).

309. Aster yellows phytoplasma // Encyclopedia of Life: [сайт]. – 2016. – URL : <http://eol.org/pages/11809987/overview> (дата обращения 14.02.2023).

310. Badawy, H.M.A. Production of phytotoxic sirodesmins by aggressive strains of *Leptosphaeria maculans* differing in interactions with oil seed rape

genotypes / H.M.A. Badawy, H.H. Hoppe // J. Phytopathology. – 1989. – V. 127. – № 2. – pp. 146–157. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1989.tb01123.x> (дата обращения: 14.02.2023).

311. Vasma, A.O. Control of phytopathogens using sustainable biogenic nanomaterials: Recent perspectives, ecological safety, and challenging gaps / A.O. Vasma, B. Kwang-Hyun // J. of Cleaner Production: [сайт]. – 2022. – № 372. – 133729. – URL : DOI:[10.1016/j.jclepro.2022.133729](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133729) (дата обращения: 14.02.2023).

312. Berg, B. Plant Litter. Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration : book / B. Berg, C.A. McLaugherty. – Springer Berlin, Heidelberg, 2014. – 315 p. – ISBN: 978-3-642-38820-0.

313. Biofumigation: Isothiocyanates released from Brassica roots inhibit growth of the take-all fungus / J.F. Angus, P.A. Gardner, J.A. Kirkegaard, J.M. Desmarchelier // Plant and Soil.: [сайт]. – 1994. – V. 162. – pp. 107–112. – URL : <https://doi.org/10.1007/BF01416095> (дата обращения: 14.02.2023).

314. Bolton, B.J. The use of tebuconazole for disease control and subsequent effects on lodging in oilseed rape / B.J. Bolton, N.M. Adam // Brighton Crop. Prot. Conference: Pests and Diseases: [сайт]. – 1992. – V. 2. – pp. 675–680. – URL : <https://www.bcpc.org/wp-content/uploads/2022/05/BCPC-Pests-and-Diseases-1992-Vol-2-Session-6C-13-25.pdf> (дата обращения: 14.02.2023).

315. Botha, A. Mucor / A. Botha, J.C. Preez // Encyclopedia of Food Microbiology. [сайт]. – 1999. – pp. 1493–1500. – URL : <https://doi.org/10.1006/rwfm.1999.1115> (дата обращения: 14.02.2023).

316. Botha, A. Mucor / A. Botha, A. Botes // Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition). – 2014. – pp. 834–840. – ISBN 978-0-12-384733-1.

317. *Botrytis cinerea* causes flower gray mold in *Gastrodia elata* in China / J. Li, M. Zhang, Z. Yang, C. Li // Crop Protection: [сайт]. – 2022. – V. 155. – 105923. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.105923> (дата обращения: 14.02.2023).

318. Brassica coenospecies: a rich reservoir for genetic resistance to leaf spot caused by *Alternaria brassicae* / G. Sharma, V.D. Kumar, A. Haque [et al.] // Euphytica. – 2002. – № 125. – pp. 411–417.

319. Brassicaceae Mustards: Traditional and Agronomic Uses in Australia and New Zealand / M. Rahman, A. Khatun, L. Liu, B.J. Barkla. – DOI: [10.3390/molecules23010231](https://doi.org/10.3390/molecules23010231) // Molecules. – 2018. – V. 23 (1). – p. 231.

320. Brun, H. A field study of rapeseed (*Brassica napus*) resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* / H. Brun, M. Tribodet, M. Renard // Proc. 7<sup>th</sup> Intern. Rapeseed Congr. – 1987 α. – V. 5. – pp. 1216–1221.

321. CABI databases. Family Names Databases: [сайт]. – URL : <https://www.speciesfungorum.org/Names/Families.asp> (дата обращения: 14.02.2023).

322. Calvet, N.P. Virtual lesions of Alternaria blight on sunflower / N.P. Calvet, M.R.G. Ungaro, R.F. Olivera // Helia: [сайт]. – 2005. – V. 28 (42). – pp. 89–100. – URL : <https://doiserbia.nb.rs/img/doi/1018-1806/2005/1018-18060542089C.pdf> (дата обращения: 14.02.2023).

323. Camalexin Production in *Camelina sativa* is Independent of Cotyledon Resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* / M. Purnamasari, G. Cawthray, M. Barbetti, W. Erskine. – DOI: [10.1094/PDIS-12-14-1297-RE](https://doi.org/10.1094/PDIS-12-14-1297-RE) // Plant. Disease. – 2015. – V. 99 (11). – pp. 1544–1549.

324. «*Candidatus Phytoplasma asteris*», a novel phytoplasma taxon associated with aster yellows and related diseases / I.M. Lee, D.E. Gundersen-Rindal, R.E. Davis [et al.]. – DOI: [10.1099/ijs.0.02843-0](https://doi.org/10.1099/ijs.0.02843-0) // Int. J. of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2004. – № 54. – pp. 1037–1048.

325. Cause and duration of mustard incorporation effects on soil-borne plant pathogenic fungi / H. Friberg, V. Edel-Hermann, C. Faivre, N. Gautheron // Soil Biology and Biochemistry: [сайт]. – 2009. – V. 41 (10). – pp. 2075–2084. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.07.017> (дата обращения: 14.09.2023).

326. Chakraborty, P. Emerging bioanalytical sensors for rapid and close-to-real-time detection of priority abiotic and biotic stressors in aquaculture and culture-

based fisheries / P. Chakraborty, K.K. Krishnani // Science of the Total Environment: [сайт]. – 2022. – V. 838. – 156128. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156128> (дата обращения: 25.09.2022).

327. Chapter 27 – Biomangement of *Fusarium* spp. associated with oil crops [Электронный ресурс] / S. Nehra, R.K. Gothwal, A.K. Varshney [et al.] // J. Microbiome Stimulants for Crops. Mechanisms and Applications: [сайт]. – 2021. – pp. 453–474. – URL : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822122-8.00026-1> (дата обращения: 25.12.2022).

328. Characterization and pathogenicity of isolates of *Leptosphaeria maculans* from Aguascalientes and Zacatecas, Mexico / O. Moreno-Rico, A.G. Frias-Treviño, J.J. Luna-Ruiz [et al.]. – DOI:[10.1080/07060660109506940](https://doi.org/10.1080/07060660109506940) // Canadian J. of Plant Pathology. – 2001. – № 3. – pp. 270–278.

329. Characterization of 15 microsatellite loci and genetic analysis of *Heterodera schachtii* (Nematoda: Heteroderidae) in South Korea / J. Kim, T. Kim, Y.C. Lee [et al.]. – DOI:[10.1016/j.bse.2015.11.013](https://doi.org/10.1016/j.bse.2015.11.013) // Biochemical Systematics and Ecology. – 2016. – № 64. – pp. 97–104.

330. Chemical defenses of crucifers: elicitation and metabolism of phytoalexins and indole-3-acetonitrile in brown mustard and turnip / M.S.C. Pedras, C.M. Nycholat, S. Montaut [et al.] // Phytochemistry: [сайт]. – 2002. – V. 59. – I. 6. – pp. 611–625. – URL : [doi.org/10.1016/S0031-9422\(02\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(02)00026-2) (дата обращения: 14.04.2023).

331. Choi, Y.-J. Genetic diversity within the *Albugo candida* complex (Peronosporales, Oomycota) inferred from phylogenetic analysis of ITS rDNA and COX2 mtDNA sequences / Y-J Choi, S-B. Hong, H-D Shin // Molec. Phylogen. and Evolution: [сайт]. – 2006. – V. 40. – I. 2. – pp. 400–409. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.03.023> (дата обращения: 14.04.2023).

332. Chunren, W. The mechanism of pathogenesis of *Sclerotinia sclerotiorum* in winter oilseed rape, a preliminary study of the generation and dissemination of oxalic acid in infected tissues / W. Chunren, L. Houli // Acta Phytopathol. Sin. – 1991. – V. 21. – № 2. – pp. 135–140.

333. Climate change and plant diseases in Ontario / G.J. Boland, M.S. Melzer, A. Hopkin [et al.]. – DOI:[10.1080/07060660409507151](https://doi.org/10.1080/07060660409507151) // Canadian J. of Plant Pathology. – 2004. – V. 26. – № 3. – pp. 335–350.

334. Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems / K.A. Garrett, S.P. Dendy, E.E. Frank [et al.]. – DOI:[10.1146/annurev.phyto.44.070505.143420](https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.44.070505.143420) // Annual Review of Phytopathol. – 2006. – V. 44. – pp. 489–509.

335. Climate change and diseases of food crops / J. Luck, M. Spackman, A. Freeman [et al.]. – [doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02414.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02414.x) // Plant Pathol. – 2011. – V. 60. – № 1. – pp. 113–121.

336. Coakley, S.M. Climate change and plant disease management / S.M. Coakley, H. Scherm, S. Chakraborty // Annual Review of Phytopathol. – 1999. – № 37. – pp. 399–426.

337. Comparative genotype reactions to *Sclerotinia sclerotiorum* within breeding populations of *Brassica napus* and *Brassica juncea* from India and China / M.J. Barbetti, S.K. Banga, T.D. Fu, Y.C. Li [et al.] // Euphytica: [сайт]. – 2014. – V. 197. – pp. 47–59. – URL : <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-013-1049-1> (дата обращения: 14.02.2023).

338. Comparative Reaction of *Camelina sativa* to *Sclerotinia sclerotiorum* and *Leptosphaeria maculans* / M.I. Purnamasari, W. Erskine, J.S. Croser [et al.]. – DOI:[10.1094/PDIS-12-14-1297-RE](https://doi.org/10.1094/PDIS-12-14-1297-RE) // Plant Disease. – 2019. – V. 103. – № 11. – pp. 2884–2892.

339. Comparative analysis of draft genome assemblies developed from whole genome sequences of two *Hyaloperonospora brassicae* isolate samples differing in field virulence on *Brassica napus* / M.P. You, J. Akhatar, M. Mittal, M.J. Barbetti // Biotechnology Reports : [сайт]. – 2021. – V. 31. – e00653. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00653> (дата обращения: 14.02.2022).

340. Comparison of phytoplasmas infecting winter oilseed rape in the Czech Republic with Italian Brassica phytoplasmas and their relationship to the aster yellows group / A. Bertaccini, Z. Voráckova, M. Vibio [et al.] // Plant Pathology:

[сайт]. – 1998. – V. 47. – I. 3. – pp. 317–324. – URL : DOI:[10.1046/j.1365-3059.1998.00229.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1998.00229.x) (дата обращения: 24.11.2022).

341. Conditions for infection of oilseed rape leaves by ascospores of UK (A group) and Polish (B group) *Leptosphaeria maculans* (stem canker) / J.E. Biddulph, P. Gladders, M. Jedryczka [et al.] // Groupe Consultatif Inter. de Recherche Sur le Colza Bulletin. – 1999. – V. 16. – pp. 82–83.

342. Cook, R.T.A. Development of appressoria on conidial germ tubes of *Erysiphe* species / R.T.A. Cook, U. Braun, P.A. Beales. – DOI:[10.1007/s10267-010-0099-7](https://doi.org/10.1007/s10267-010-0099-7) // Mycoscience. – 2011. – V. 52. – I. 3. – pp. 183–197.

343. Curto, G. Sustainable Methods for management of cyst nematodes : Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes : book / G. Curto. – Springer, Berlin, 1963. – pp. 221–237.

344. Daly P. Production and postharvest handling of Chinese cabbage (*Brassica rapa* var. *pekinensis*): a review of literature / P. Daly, B. Tomkins. – Rural Ind. Res. Dev. Corp. Barton ACT, 1997. – pp. 32–35.

345. Davies, J.M.L. Diseases of oilseed rape : Oilseed Rape : book / J.M.L. Davies, D.H. Scarisbrick–London, Collins, 1986. – pp. 195–236.

346. Dhingra, D. Effect of soil temperature, moisture, and nitrogen on competitive saprophytic ability of *Macrophomina phaseolina* / D. Dhingra, D. Chagas // Transactions of the British Mycological Society. – 1981. – V. 77. – I. 1. – pp. 15–20.

347. Defense gene induction in *Camelina sativa* upon *Alternaria brassicae* challenge / N.N.M. Chamil, S. Rawat, S. Ali, A. Grover // Indian Phytopathol. – 2014. – V. 67. – I. 3. – pp. 252–256.

348. Dixit, S. Evaluation of physiological and molecular effect of variable virulence of *Alternaria brassicae* isolates in *Brassica juncea*, *Sinapis alba* and *Camelina sativa* / S. Dixit, V.K. Jangid, A. Grover. – DOI:[10.1016/j.plaphy.2020.08.025](https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.08.025) // Plant Physiology and Biochemistry. – 2020. – № 155. – pp. 626–636.

349. Divakaran, M. Mustard : Encyclopedia of Food and Health : book / M. Divakaran, K.N. Babu. – Elsevier Ltd. All rights reserved, 2016. – pp. 9–19. – ISBN 978-0-12-384953-3.

350. Domsch, K.H. Die Raps- und Kohlschotenschwarze / K.H. Domsch // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz: [сайт]. – 1957. – V. 64. – No. 2. – p. 5. – URL : <https://www.jstor.org/stable/43231246> (дата обращения: 10.02.2021).

351. Donald, Z. Czeslaw Effect of temperature on infestation and development of *Verticillium dahliae* Kleb. on winter oilseed rape / Z. Donald, S. Czeslaw // Bulletin OILB/SROP: [сайт]. – 1998. – V. 21 (5). – pp. 41–47. – URL : <https://eurekamag.com/research/003/113/003113735.php> (дата обращения: 05.05.2023).

352. Effects of chemical inhibition of histone deacetylase proteins in the growth and virulence of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. / N.A. Villota-Salazar, V.H. Ramos-Garsía, G.M. Gonzales-Prieto, S. Hernandez-Delgado. – DOI: [10.1016/j.ram.2023.04.002](https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.04.002) // Revista Argentina de Microbiologia. – 2023. – V. 55. – I. 4. – pp. 296–306.

353. Ehrensing, D.T. Camelina / D.T. Ehrensing, S.O. Guy // Oilseed Crops: [сайт]. – EM 8953-E. – 2008. – 7 p. – URL : [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/open\\_educational\\_resources/n583xv355](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/open_educational_resources/n583xv355) (дата обращения: 10.03.2021).

354. Egging, V. Detection and Identification of fungal infections in intact wheat and sorghum grain using a hand-held raman spectrometer / V. Egging, J. Nguyen, D. Kurouski. – DOI:[10.1021/acs.analchem.8b01863](https://doi.org/10.1021/acs.analchem.8b01863) // Analytical Chemistry. – 2018. – V. 90 (14). – pp. 8616–8621.

355. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia, Canada and Europe / J.S. West, P.D.Kharband, M.J. Barbetti, B.D.L. Fitt. – DOI:[10.1046/j.1365-3059.2001.00546.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2001.00546.x) // Plant Pathology. – 2001. – V. 50 (1). – pp. 10–27.

356. Escamilla, D. Identification of fungi associated with soybeans and effective seed disinfection treatments / D. Escamilla, M.L. Rosso, B. Zhang. – DOI:[10.1002/fsn3.1166](https://doi.org/10.1002/fsn3.1166) // Food Science & Nutrition. – 2019. – V. 7. – I. 10. – pp. 3194–3205.

357. Ethyl acetate extract of *Streptomyces* spp. isolated from Egyptian soil for management of *Fusarium oxysporum*: The causing agent of wilt disease of tomato / M.S. Abdel-Aziz, M.A. Ghareeb, A.A. Hamed, E.M. Rashad // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology: [сайт]. – 2021. – V. 37. – 102185. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102185> (дата обращения: 20.04.2022).

358. Exometabolite niche partitioning among sympatric soil bacteria / R. Baran, E.L. Brodie, J. Mayberry-Lewis [et al.] // Nature Communications: [сайт]. – 2015. – V. 6. – 8289. – URL : <https://doi.org/10.1038/ncomms9289> (дата обращения: 20.04.2022).

359. Expression of resistance to *Leptosphaeria maculans* in Brassica napus double haploid lines in France and Australia is influenced by location / R. Delourme, H. Brun, M. Ermel [et al.] // Annals of Applied Biology : [сайт]. – 2008. – V. 153. – I. 2. – P. 259–269. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00258.x> (дата обращения: 20.07.2022).

360. Evans, K. Distribution and economic importance : The Cyst Nematodes : book / K. Evans, J.A. Rowe; Ed. by S.B. Sharma. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 1998. – pp. 1–30.

361. Fillion, M. Direct interaction between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and different rhizosphere microorganisms / M. Fillion, M. ST-Arnaud, J.A. Fortin // New Phytologist: [сайт]. – 1999. – V. 141. – I. 3. – pp. 525–533. – URL : <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1999.00366.x> (дата обращения: 20.07.2022).

362. First report of a phytoplasma associated with an oilseed rape disease in Greece / V.I. Maliogka, J.T. Tsialtas, A. Papantoniou [et al.] // Plant Pathology: [сайт]. – 2009. – V. 58. – I. 4. – P. 792. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02071.x> (дата обращения: 20.07.2022).

363. First results on the effect of different fungicidal oilseed-rape dressings against the emergence diseases *Phoma damping off* and *downy mildew* with special regard to two sowing dates in Fall 1998 / I. Föllner, M. Henneken, P. Dapprich, V.H. Paul // Bulletin OILB/SROP: [сайт]. – 2000. – V. 23. – № 6. – pp. 83–93. – URL : <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20013096846> (дата обращения: 15.09.2022).

364. First report of *Verticillium* wilt of melon caused by *Verticillium dahliae* in Tunisia / H. Jabnoun-Khiareddine, M. Daami-Remadi, F. Ayed, M.E. Mahjoub. – DOI:[10.1111/j.1365-3059.2007.01592.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01592.x) // Plant Pathology. – 2007. – V. 56. – I. 4. – P. 726.

365. First report of *Verticillium dahliae* Kleb. causing wilt symptoms in canola (*Brassica napus* L.) in North America / S.-F. Hwang, S.E. Strelkov, H.U. Ahmed [et al.]. // Canadian J. of Plant Pathology: [сайт]. – 2017. – V. 39. – I. 4. – pp. 514–526. – URL : <https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1375996> (дата обращения: 24.05.2023).

366. Functional diversity and community structure of micro-organisms in three arctic soils as determined by sole-carbon-source-utilization / A.M. Derry, W.J. Staddon, P.G. Kevan, J.T. Trevors. – DOI:[10.1023/A:1008893826597](https://doi.org/10.1023/A:1008893826597) // Biodiversity and Conservation. – 1999. – V. 8. – pp. 205–221.

367. Fungi as biocontrol agents: progress problems and potential : book / edited by T.M. Butt, C. Jackson, N. Magan. – Wallingford, UK; New York: CABI Publishing, 2001. – pp. 311–346. – ISBN 0-85199-356-7.

368. Gadre U.A. Effect of weather factors on the incidence of *alternaria* leaf blight, white rust and powdery mildew of mustard / U.A. Gadre, M.S. Joshi, A.M. Mandokhot // Annals of Plant Protection Sciences: [сайт]. – 2002. – V 10. – I. 2. – pp. 337–339. – URL : <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IN2005001157> (дата обращения: 24.11.2021).

369. Gaetan, S.A. La mancha negra de la hoja (*Alternaria brassicicola* (Schw.) Wilt.) en cultivos de colza conola de Buenos Aires y Santa Fe, Argentina / S.A. Gaetan, M.S. Madia de Chaluat // Boletín de sanidad vegetal. Plagas: [сайт]. –

1998. – V. 24. – № 3. – pp. 573–580. – URL : <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/11043> (дата обращения: 24.11.2021).

370. Genetics of Clubroot and Fusarium Wilt Disease Resistance in Brassica Vegetables: The Application of Marker Assisted Breeding for Disease Resistance / Н. Mehraj, А. Akter, N. Miyaji [et al.] // *Planrs*: [сайт]. – 2020. – V. 9. – № 6. – 726. – URL : <https://doi.org/10.3390/plants9060726> (дата обращения: 20.07.2022).

371. Genome structure impacts molecular evolution at the AvrLm1 avirulence locus of the plant pathogen *Leptosphaeria maculans* / L. Gout, M.L. Kuhn, L. Vincenot [et al.] // *Environ. Microbiology*: [сайт]. – 2007. – V. 9. – I. 12. – pp. 2978–2992. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2007.01408.x> (дата обращения: 20.07.2022).

372. Geographic variation in severity of phoma stem canker and *Leptosphaeria maculans*/*L. biglobosa* populations on UK winter oilseed rape (*Brassica napus*) / J.F. Stonard, A.O. Latunde-Dada, Y.J. Huang [et al.] // *European J. of Plant Pathology*: [сайт]. – 2009. – V. 126. – pp. 97–109. – URL : <https://doi.org/10.1007/s10658-009-9525-0> (дата обращения: 23.10.2023).

373. Gerlach, W. The Genus *Fusarium* – a Pictorial Atlas : book / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin, 1982. – 406 p.

374. Global Biodiversity Information Facility (GBIF) : [сайт]. – 2024. – URL : <https://www.gbif.org/> (дата обращения: 15.01.2024).

375. Godoy, G. Use of mutants to demonstrate the role of oxalic acid in pathogenicity of *Sclerotinia sclerotiorum* on *Phaseolus vulgaris* / G. Godoy, J.R. Steadman, M.B. Dickman, R. Dam // *Physiological and Molecular Plant Pathology*: [сайт]. – 1990.–V. 37. – I. 3.– pp. 179–191. – URL : [https://doi.org/10.1016/0885-5765\(90\)90010-U](https://doi.org/10.1016/0885-5765(90)90010-U) (дата обращения: 24.11.2021).

376. Gommers, F.J. Nematicidal principles in Compositae : book/report / F.J. Gommers. – Department of Nematology, Agriculturae University Wageningen: [сайт]. – 1973. – 71 p. – URL : <https://edepot.wur.nl/290501> (дата обращения: 24.11.2022).

377. Gugel, R.K. History, occurrence, impact, and control of blackleg of rapeseed / R.K. Gugel, G.A. Petrie // Canadian J. of Plant Pathology: [сайт]. – 1992. – V. 14. – I. 1. – pp. 36–45. – URL : <https://doi.org/10.1080/07060669209500904> (дата обращения: 24.11.2022).

378. Gupta, I.J. Control of white rust and *Alternaria* leaf spot of Mustard / I.J. Gupta, B.S. Sharma, G.G. Dalela // Indian J. Mycology and Plant Pathology: [сайт]. – 1977. – V. 7. – I. 2. – P. 163–164. – URL : <https://typeset.io/papers/control-of-white-rust-and-alternaria-leaf-spot-of-mustard-59qo93bcgj> (дата обращения: 20.07.2022).

379. Gupta, R.P. Field evaluation of fungicides for the control of *Alternaria* blight of Indian / R.P. Gupta, J.N. Sinha, S.M. Ghufra // Pesticides. – 1985. – V. 19 (8). – 243 p.

380. Gupta, S. Biological control of mustard blight caused by *Alternaria brassicae* using plant growth promoting bacteria / S. Gupta, N. Didwania, D. Singh // Current Plant Biology: [сайт]. – 2020. – V. 23. – 100166. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100166> (дата обращения: 15.01.2023).

381. Hashemi-Tameh, M. «*Candidatus Phytoplasma asteris*» and «*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*», new Phytoplasma Species Infecting Apple Trees in Iran / M. Hashemi-Tameh, M. Baharm, L. Zirak. – DOI: [10.1111/jph.12216](https://doi.org/10.1111/jph.12216) // J. of Phytopathology. – 2014. – V. 162. – I. 7-8. – pp. 472–480.

382. Hawksworth, D.L. 1970. *Verticillium dahliae*. / D.L. Hawksworth, P.W. Talboys // CAB International: Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria: [сайт]. – 1970. – No. 26. – URL : <https://doi.org/10.1079/DFB/20056400256> (дата обращения: 10.01.2023).

383. Hill S.N., Factors Influencing Airborne Conidial Concentrations of *Alternaria panax* in Cultivated American Ginseng Gardens / S.N. Hill, M.K. Hausbeck. – DOI: [10.1094/PDIS-93-12-1311](https://doi.org/10.1094/PDIS-93-12-1311) // Plant Disease. – 2009. – V. 93 (12). – pp. 1311–1316.

384. Hohn, T.M. Fungal phytotoxins: Biosynthesis and activity // The Mycota: Plant Relationships : book: [сайт] / Eds. G.C. Carroll, P. Tudzinski. –

Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1997. – V 5. – pp. 129–144. – URL : [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-10370-8\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-10370-8_8) (дата обращения: 10.08.2022).

385. Hornby, D. Suppressive soil / D. Hornby. – DOI:[10.1146/annurev.py.21.090183.000433](https://doi.org/10.1146/annurev.py.21.090183.000433) // Annual Review of Phytopathology. – 1983. – V. 21. – pp. 65–85.

386. Howlett, B.J. Current knowledge of the interaction between *Brassica napus* and *Leptosphaeria maculans* / B.J. Howlett // Canadian J. of Plant Pathology: [сайт]. – 2004. – V. 26. – pp. 245–252. – URL : <https://doi.org/10.1080/07060660409507141> (дата обращения: 10.08.2022).

387. Humperson–Jones, F.M. Studies on the epidemiology of *Alternaria brassicicola* in *Brassica oleracea* seed production crops / F.M. Humperson–Jones, R.B. Maude // Annals of Applied Biology: [сайт]. – 1982. – V. 100. – I. 1. – P. 61–71. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1982.tb07192.x> (дата обращения: 10.08.2022).

388. Identification of critical stage for disease development and biocontrol of *Alternaria* blight of Indian mustard (*Brassica juncea*) / P.D. Meena, R.L. Meena, C. Chattopadhyay, A. Kumar // J. Phytopathology: [сайт]. – 2004. – V. 152. – I. 4. – pp. 204–209. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2004.00828.x> (дата обращения: 10.08.2022).

389. Identification and characterization of candidate Rlm4 blackleg resistance genes in *Brassica napus* using next generation sequencing / R. Tollenaere, A. Hayward., J. Dalton-Morgan [et al.] // Plant Biotechnology J.: [сайт]. – 2012. – V. 10. – I. 6. – pp. 709–715. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2012.00716.x> (дата обращения: 10.08.2022).

390. Identification of *Heterodera schachtii* on sugar beet in Xinjiang Uygur Autonomous Region of China / P. Huan, L. Hui, G. Li [et al.] // J. of Integrative Agriculture: [сайт]. – 2022. – V. 21. – I. 6. – pp. 1694–1702. – URL : [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(21\)63797-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(21)63797-8) (дата обращения: 10.08.2022).

391. Ijaz, M. Effect of triazole and strobilurin fungicides on seed yield formation and grain quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) / M. Ijaz, B. Honermeier // Field Crops Research: [сайт]. – 2012. – V. 130. – pp. 80-86. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.02.017> (дата обращения: 12.08.2022).

392. Impact of weather parameters on alternaria blight of Indian mustard [(*Brassica juncea* (L.) Czern. & Coss.)] / R. Punia, P. Kumari, A. Kumar [et al.] // Bangladesh J. of Botany: [сайт]. – 2021. – V. 50. – I. 1. – pp. 15–19. – URL : <https://doi.org/10.3329/bjb.v50i1.52663> (дата обращения: 12.08.2022).

393. Inderbitzin, P. Verticillium systematics and evolution: How confusion impedes Verticillium wilt management and how to resolve it / P. Inderbitzin, K.V. Subbarao // Phytopathology: [сайт]. – 2014. – V. 104. – № 6. – pp. 564–574. – URL : <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHTO-11-13-0315-IA> (дата обращения: 12.08.2022).

394. Infection of Arabidopsis thaliana leaves with *Albugo candida* (white blister rust) causes a reprogramming of host metabolism / H.M. Chou, N. Bundock, S.A. Rolfe, J.D. Scholes // Molecular Plant Pathology: [сайт]. – 2000. – I. 2. – pp. 99–113. – URL : <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2000.00013.x> (дата обращения: 12.08.2022).

395. Jedryczka, M. Is *Phoma nigrificans* the potential pathogen of oilseed rapes / M. Jedryczka, E. Lewartowska, L. Frenzel // Proc. 9<sup>th</sup> Intern. Rapeseed Congr. – 1995. – V. 2. – pp. 625–627.

396. Johnson, R.D. Variation in host range, systemic infection and epidemiology of *Leptosphaeria maculans* / R.D. Johnson, B.G. Lewis // Plant Pathology. – 1994. – V. 43. – pp. 269–277.

397. Kaspers, H. Folicur (Tebuconazole) – einsatzmöglichkeiten gegen rapskrankheiten / H. Kaspers, R. Siebert // Pflanzenschutz – Hachr, Bayer. – 1989. – V. 42. – № 2/3. – pp. 131–148.

398. Kaur, G. Studies on physiochemical properties of oil extracted from *Brassica nigra* and *Brassica rapa toria* / G. Kaur, R. Kaur, S. Kaur. –

DOI:[10.1016/j.matpr.2021.09.527](https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.527) // Materials Today: Proceedings. – 2022. – V. 48. – P. 5. – pp. 1645–1651.

399. Khan, M.R. Development of *Alternaria* leaf spot of Indian mustard caused by *Alternaria brassicae* under the stress of low levels of sulfur dioxide / M.R. Khan, M.M. Khan, F.A. Mohiddin // Agriculture, Ecosystems & Environment: [сайт]. – 2015. – V. 199. – pp. 154–163. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.09.001> (дата обращения: 12.03.2023).

400. Koch, E. Differences between aggressive and nonaggressive single spore lines of *Leptosphaeria maculans* in cultural characteristics and phytotoxin production / E. Koch, H.A. Badawy, H.H. Hoppe // J. of Phytopathology: [сайт]. – 1989. – V. 124. – I. 1. – pp. 52–62. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1989.tb04894.x> (дата обращения: 12.03.2023).

401. Kohmoto, K. Determination of Host-Selective Toxins : Plant Toxin Analysis. Modern Methods of Plant Analysis / K. Kohmoto. – Eds. H.F. Linkens, J.F. Jackson. – Berlin: Heidelberg, New York: Springer-Verlag: [сайт]. – 1992. – V. 13. – pp. 51–73. – URL : [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-02783-7\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-02783-7_3) (дата обращения: 12.03.2023).

402. Konn, K.L. The role of epicuticular wax in canola in resistance to *Alternaria brassicae* / K.L. Konn, J.P. Tewari, D. Hadziyev // Phytopathology. – 1984. – V. 74. – pp. 54–58.

403. Kravchenko, L.V. Biosafety. Natural contaminants of food mycotoxin / Kravchenko L.V., Tutelyan V.A. // Voprosy pitaniya [Problems of Nutrition]: [сайт]. – 2005. – V. 74(3). – pp. 3–13. – URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16044834/> (дата обращения: 12.03.2023).

404. Krüger, W. Die Beeinflussung der Apothezien- und Ascosporen Entwicklung des Rapskrebserregers *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary durch Umweltfaktoren / W. Krüger // Z. für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. – 1975. – V. 82. – pp. 101–108.

405. Lamey, H.A. Blackleg canola (*Brassica napus*) caused by *Leptosphaeria maculans* in North Dakota / H.A. Lamey, D.E. Hershman, // Plant Disease: [сайт]. –

1993. – V. 77. – No. 12. – P. 1263. – URL : [https://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1993Articles/PlantDisease77n12\\_1262.PDF](https://www.apsnet.org/publications/PlantDisease/BackIssues/Documents/1993Articles/PlantDisease77n12_1262.PDF) (дата обращения: 12.08.2021).

406. Lamey, H.A. Blackleg and Sclerotinia Disease of Canola in North Dakota in 1991 and 1993 / H.A. Lamey // Plant Disease: [сайт]. – 1995. – V.79. – No. 3. – pp. 322–324. – URL : [https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1995Articles/PlantDisease79n03\\_322.pdf](https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1995Articles/PlantDisease79n03_322.pdf) (дата обращения: 12.08.2021).

407. Lamey, H.A. North Dakota Disease Survey, 1995 / H.A. Lamey // NDSU Extension Rept. – 1996. – No. 32. – 4 p.

408. Lamey, A. Canola Disease Survey in Minnesota and North Dakota, 1998 / A. Lamey, K. McKay, J. Knodel // NDSU Extension Rept. – 1998. – No. 49. – 4 p.

409. Lange, R.M. Yield loss in susceptible cultivars of spring rapeseed due to Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* / R.M. Lange, M. Gossmann, C. Büttner // Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences: [сайт]. – 2007. – V. 72. – I. 4. – pp. 723–734. – URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18396801/> (дата обращения: 12.03.2023).

410. Lee, I.M. Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes / I.M. Lee, R.E. Davis, D.E. Gundersen-Rindal // Annual Review Microbiology: [сайт]. – 2000. – V. 54. – pp. 221–255. – URL : <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.54.1.221> (дата обращения: 12.05.2023).

411. Leptosphaeria maculans avirulence gene AvrLm4-7 confers a dual recognition specificity by the Rlm4 and Rlm7 resistance genes of oilseed rape, and circumvents Rlm4-mediated recognition through a single amino acid change / F. Parlange, G. Daverdin, I. Fudal [et al.] // Molecular Microbiology: [сайт]. – 2009. – V. 71. – pp. 851–863. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2958.2008.06547.x> (дата обращения: 12.05.2023).

412. Lipidomic changes of LDL after consumption of *Camelina sativa* oil, fatty fish and lean fish in subjects with impaired glucose metabolism – A randomized controlled trial / A.T. Erkkilä, S. Manninen, L. Fredrikson [et al.] // J. of Clinical

Lipidology: [сайт]. – 2021. – V. 15. – I. 5. – pp. 743–751. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2021.08.060> (дата обращения: 15.04.2023).

413. Lisuma, J.B. Dynamics of nicotine across the soil–tobacco plant interface is dependent on agro-ecology, nitrogen source, and rooting depth / J.B. Lisuma, E.R. Mbega, P.A. Ndakidemi // *Rhizosphere*: [сайт]. – 2019. – V. 12. – 100175. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2019.100175> (дата обращения: 15.04.2023).

414. Ludewig, A. Untersuchungen zum Wirt/Parasit-System *Fusarium graminearum*/Weizen : 53 Deutsche Pflanzenschutztagung / A. Ludewig, U. Kabsch, J.-A. Verreet // *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*. – Berlin-Dahlem: [сайт]. – 2002. – H. 390. – P. 72. – URL : [https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_000330\\_53/2003\\_0463.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_000330_53/2003_0463.pdf) (дата обращения: 16.04.2023).

415. Maas, J.L. Strawberry disease management : Diseases of Fruits and Vegetables. Diagnosis and Management : book: [сайт] / J.L. Maas. – 2004. – V. II. – pp. 441–483. – URL : [https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-2607-2\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-2607-2_12) (дата обращения: 16.04.2023).

416. Major gene and polygenic resistance to *Leptosphaeria maculans* in oilseed rape (*Brassica napus*) / R. Delourme, A.-M. Chevre, H. Brun [et al.]. – DOI:[10.1007/1-4020-4525-5\\_4](https://doi.org/10.1007/1-4020-4525-5_4) // *European J. Plant Pathology*. – 2006. – V. 114. – pp. 41–52.

417. Masters, M.T. Vegetable Teratology, an Account of the Principal Deviations from the Usual Construction of Plants : book : [сайт] / M.T. Masters. – London, 1869. – 534 p. – URL : <https://www.biodiversitylibrary.org/item/56356#page/7/mode/1up> (дата обращения: 20.01.2023).

418. Maude, R.B. Studies on dark leaf spot (*Alternaria brassicicola*) and grey leaf spot (*Alternaria brassicae*) of brassicas / R.B. Maude, P.M. Humpherson-Jones // *Annals of Applied Biology*: [сайт]. – 1980. – № 95. – pp. 311–319. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1980.tb04752.x> (дата обращения: 20.01.2023).

419. Maude, R.B. Treatment of vegetable seeds / R.B. Maude, K.A. Jeffs // Seed Treatments (Second edition). – BCPC Publications, 1986. – pp. 239–261.
420. Miller, P.R. The Effect of Weather on Diseases : Plant Diseases (yearbook of agriculture) / P.R. Miller. – U.S. Dept. of Agriculture; Hardcover edition, 1953. – pp. 83–93.
421. Minnesota and North Dakota Canola Disease Survey, 1999 / A. Lamey, K. McKay, J. Knodel [et al.] // NDSU Extension Rept. – 2000. – No. 60. – 5 p.
422. Modern Methods of Plant Analysis. Plant Toxin Analysis : book / A. Stierle, G. Strobel, D. Stierle, F. Sugawara. – Eds. H.F. Linkens, J.F. Jackson. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1992. – V. 13. – pp. 1–32.
423. Monazzah, M. Genetic structure and proteomic analysis associated in potato to *Rhizoctonia solani* AG-3PT-stem canker and black scurf / M. Monazzah, M.N. Esfahani, S.T. Enferadi // Physiological and Molecular Plant Pathology. – 2022. – V. 122. – 101905. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2022.101905> (дата обращения: 16.03.2023).
424. Monolignol biosynthesis is associated with resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in *Camelina sativa* / C. Eynck, G. Séguin-Swartz, W.E. Clarke, I.A. Parkin. – DOI: [10.1111/j.1364-3703.2012.00798.x](https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00798.x) // Molecular Plant Pathology. – 2012. – V. 13. – I. 8. – pp. 887–899.
425. Morphological and morphometrical analysis of *Heterodera* spp. populations in Jordan / H.A. Lafi, L. Al-Banna, M.T. Sadler, H.M. Migdadi // Saudi J. of Biological Sciences: [сайт]. – 2016. – V. 23. – pp. 108–114. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.02.007> (дата обращения: 10.04.2023).
426. Mycoparasitism as a mechanism of *Trichoderma*-mediated suppression of plant diseases / P.K. Mukherjee, A. Mendoza-Mendoza, S. Zeilinger, B.A. Horwitz // Fungal Biology Reviews: [сайт]. – 2022. – V. 39. – pp. 15–33. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.11.004> (дата обращения: 25.09.2022).
427. Müller, J. The economic importance of *Heterodera schachtii* in Europe / J. Müller // Helminthologia. – 1999. – V. 36. – pp. 205–213.

428. Occurrence of Beauvericin in Corn from Croatia / Z. Jurjevic, M. Solfrizzo, B. Cvjetkovic [et al.] // Food Technology and Biotechnology: [сайт]. – 2002. – V. 40. – No 2. – pp. 91–94. – URL : <https://www.ftb.com.hr/images/pdfarticles/2002/April-June/40-91.pdf> (дата обращения: 10.02.2022).

429. Patel, J.R. Effect of different sowing dates, spacings, and plant populations on yield of mustard / J.R. Patel, M.T. Parmar, J.C. Patel // Indian J. Agronomy. – 1980. – V. 25. – No 3. - pp. 526–527.

430. Paul, V.H. Krankheiten und Schädlinge des rapses. / V.H. Paul. – Verlag. Th. Mann, Celsenkirchen-Buer, 1992. – 132 p. – ISBN 3-7862-0093-9.

431. Paul, V.H. Results on preservation, epidemiology, and aggressiveness of *Peronospora parasitica* and results with regard to the disease resistance of the pathogen on *Brassica napus* / V.H. Paul, E. Klodt–Bussmann, P.D. Dapprich // IOBC/WPRS Bulletin. – 1998. – V. 21. – No 5.– pp. 49–56.

432. Pedras, M.S.C. Vital staining of plant cell suspension cultures: evaluation of the phytotoxic activity of the phytotoxins phomalide and destruxin B / M.S.C. Pedras, C.J. Biesenthal. – DOI: [10.1007/s002990000244](https://doi.org/10.1007/s002990000244) // Plant Cell Reports. – 2000. – V. 19. – pp. 1135–1138.

433. Pedras, M.S.C. Phytotoxins from new black – leg fungal isolates: Saskatchewan Regional Meeting of the Canadian Phytopathological Society, 2001 / M.S.C. Pedras, P.B. Chumala // Canadian. J. Plant Pathology: [сайт]. – 2002. – V. 24. – I. 1. – P. 96. – URL : <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/07060660109506980?needAccess=true> (дата обращения: 25.09.2022).

434. Pegg, G.F. Verticillium Wilts : book / G.F. Pegg, B.L. Brady. – Wallingford: CABI Publ., 2002. – 552 p. – ISBN 1845933222.

435. Phytoplasmas: bacteria that manipulate plants and insects / S.A. Hogenhout, K. Oshima, E.D. Ammar [et al.] // Molecular Plant Pathology: [сайт]. – 2008. – V. 9. – I. 4. – pp. 403–423. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2008.00472.x> (дата обращения: 10.02.2023).

436. Production of mycotoxins fusaproliferin and beauvericin by South African isolates in the *Fusarium* section *Liseola* / G.S. Shephard, V. Sewram, T.W. Nieuwoudt [et al.] // *J. Agricultural of Food Chemistry*: [сайт]. – 1999. – V. 47. – № 2. – pp. 5111–5115. – URL : <https://doi.org/10.1021/jf9903713> (дата обращения: 10.01.2023).

437. Putaminoxin, a phytotoxic nonenolide from *Phoma putaminum* / A. Evidente, R. Lanzetta, R. Capasso [et al.] // *Phytochemistry*: [сайт]. – 1995. – V. 40. – pp. 1637–1641. – URL : [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00505-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00505-2) (дата обращения: 10.01.2023).

438. Region and Field Level Distributions of *Aster Yellows Phytoplasma* in Small Grain Crops / C.R. Hollingsworth, L.M. Atkinson, D.A. Samac [et al.] // *Plant Disease*: [сайт]. – 2008. – V. 92. – No. 4. – URL : <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-92-4-0623>) (дата обращения: 10.01.2023).

439. Relationship between pathogenicity and phylogeny based on restriction fragment length polymorphism in *Leptosphaeria maculans* / E. Koch, K. Song, T.C. Osborn, P.H. Williams // *Molecular Plant–Microbe Interactions*: [сайт]. – 1991. – V. 4. – No. 4. – pp. 341–349. – URL : [https://www.apsnet.org/publications/mpmi/BackIssues/Documents/1991Articles/Microbe04\\_341.pdf](https://www.apsnet.org/publications/mpmi/BackIssues/Documents/1991Articles/Microbe04_341.pdf) (дата обращения: 10.01.2023).

440. Relationships between yield, rotation length, and abundance of *Olpidium brassicae* and *Pyrenochaeta* sp. in the rhizosphere of oilseed rape / A.J. Bennett, S. Hilton, D.C.P. Mills, G.D. Bending // *Applied Soil Ecology*: [сайт]. – 2020. – V. 147. – 103433. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103433> (дата обращения: 10.01.2023).

441. Repeat-induced point mutation (RIP) as an alternative mechanism of evolution toward virulence in *Leptosphaeria maculans* / I. Fudal, S. Ross, H. Brun [et al.]. – DOI: [10.1094/MPMI-22-8-0932](https://doi.org/10.1094/MPMI-22-8-0932) // *Molecular Plant-Microbe Interactions*. – 2009. – V. 22. – No. 8. – pp. 932–941.

442. Response of canola cultivars to *Sclerotinia sclerotiorum* in controlled and field environments / C.A. Bradley, R.A. Henson, P.M. Porter [et al.] // Plant Disease: [сайт]. – 2006. – V. 90. – No. 4. – pp. 215–219. – URL : <https://doi.org/10.1094/PD-90-0215> (дата обращения: 10.01.2023).

443. Review on Mycotoxin Issues in Ruminants: Occurrence in Forages, Effects of Mycotoxin Ingestion on Health Status and Animal Performance and Practical Strategies to Counteract Their Negative Effects / A. Gallo, G. Giuberti, J.C. Frisvad. – DOI:[10.3390/toxins7083057](https://doi.org/10.3390/toxins7083057) // Toxins (Basel). – 2015. – V. 7. – No. 8. – pp. 3057–3111.

444. Sandle, T. *Trichoderma* / T. Sandle // Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition): [сайт]. – 2014. – pp. 644–646. – URL : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00337-2> (дата обращения: 25.09.2022).

445. Schroth, M.N. Disease-suppressive soil and root-colonizing bacteria / M.N. Schroth, T.G. Hancock. – DOI: [10.1126/science.216.4553.1376](https://doi.org/10.1126/science.216.4553.1376) // Science. – 1982. – V. 216. – I. 4553. – pp. 1376–1381.

446. Seasonal Patterns of Aster Leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) Abundance and Aster Yellows *Phytoplasma* Infectivity in Wisconsin Carrot Fields / K.E. Frost, P.D. Esker, R. Van Haren [et al.] // Environmental Entomology : [сайт]. – 2013. – V. 42. – I. 3. – pp. 491–502. – URL : <https://doi.org/10.1603/EN12240> (дата обращения: 24.05.2023).

447. Secretome analysis of the phytopathogen *Macrophomina phaseolina* cultivated in liquid medium supplemented with and without soybean leaf infusion / A. Pineda-Fretez, A. Orrego, G.C.M. Iehisa [et al.] // Fungal Biology: [сайт]. – 2023. – V. 127. – I. 5. – pp. 1043–1052. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2023.04.001> (дата обращения: 10.12.2023).

448. Seed treatment containing *Bacillus subtilis* BY-2 in combination with other *Bacillus* isolates for control of *Sclerotinia sclerotiorum* on oilseed rape / X. Hu, D.P. Roberts, L. Xie [et al.] // Biological Control: [сайт]. – 2019. – V. 133. – pp. 50–

57. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.03.006> (дата обращения: 10.01.2023).

449. Serdyuk, O. The evaluation of parental material of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) and winter brown mustard (*Brassica juncea* L.) on resistance to Phoma rot in the central zone of the Krasnodar region of the Russian Federation / O. Serdyuk, V. Trubina, L. Gorlova // Intern. Sci. and Pract. Conf. "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020": [сайт]. – 2020. – V. 222. – 02030. – URL : <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022202030> (дата обращения: 05.02.2023).

450. Serdyuk, O. The effect of fungicides on reducing the harmfulness of Alternaria blight of brown mustard / O. Serdyuk, V. Trubina, L. Gorlova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: "Development of the agro-industrial complex in the context of robotization and digitalization of production in Russia and abroad". – 15-16 October 2020, Yekaterinburg, Russian Federation. – 2020. – V. 699. – 012018 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/699/1/012018> (дата обращения: 05.02.2023).

451. Serdyuk, O. The causative agent of downy mildew *Peronospora brassicae* Gaeum. f. *brassicae* (Gaeum.) on winter false flax (*Camelina sativa* (L.) crantz.): the search for a source of disease resistance in the conditions of the Krasnodar region / O. Serdyuk, V. Trubina, L. Gorlova // XI Intern. Sci. and Pract. Conf. "Biological Plant Protection is the Basis of Agroecosystems Stabilization": [сайт]. – 2020. – V. 21. – 00031. – URL : <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202100031> (дата обращения: 12.04.2023).

452. Serdyuk, O. The breeding of spring rapeseed and brown mustard for resistance to Fusarium blight / O. Serdyuk, V. Trubina, L. Gorlova // Earth and Environmental Science: "International Conference on Agricultural Science and Engineering": [сайт]. – 2021. – V. 845. – 012027. – URL : <https://doi.org/10.1088/1755-1315/845/1/012027> (дата обращения: 12.04.2023).

453. Serdyuk, O. Breeding and chemical methods of brown mustard (*Brassica juncea* L.) protection from Fusarium blight / O. Serdyuk, V. Trubina, L. Gorlova // Intern. Sci. and Pract. Conf. “VAVILOV READINGS-2021” (VVRD 2021) dedicated to the 101<sup>st</sup> anniversary of the discovery of the law of homological series and the 134<sup>th</sup> anniversary of the birth of N. I. Vavilov: [сайт]. – 2022. – V. 43. – 02018. – URL : <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224302018> (дата обращения: 12.04.2023).

454. Serdyuk, O. Estimation of high oleic winter rapeseed (*Brassica napus* L.) on resistance to Phoma rot / O. Serdyuk, L. Gorlova // AIP Conf. Proc.: [сайт]. – 2022. – V. 2767. – Iss. 1. – 020020. – URL : <https://doi.org/10.1063/5.0127367> (дата обращения: 05.02.2023).

455. Serdyuk, O. Control of fusarium blight infestation on spring rapeseed using breeding and chemical plant protection methods / O. Serdyuk // AIP Conf. Proc.: [сайт]. – 2023. – V. 2777. – Iss. 1. – 020052. – URL : <https://doi.org/10.1063/5.0140297> (дата обращения: 05.02.2023).

456. Sewell, G.W.F. The nature and distribution of *Verticillium albo-atrum* strains highly pathogenic to the hop / G.W.F. Sewell, J.F. Wilson // Plant Pathology: [сайт]. – 1984. – V. 33. – I. 1. – pp. 39–51. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1984.tb00585.x> (дата обращения: 12.04.2023).

457. Sexton, Z.S. Analyzing isolate variability of *Macrophomina phaseolina* from a regional perspective / Z.S. Sexton, T.J. Hughes, K.A. Wise // Crop Protection: [сайт]. – 2016. – V. 81. – pp. 9–13. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.11.012> (дата обращения: 10.01.2023).

458. Shahid, A.A. First Report of *Pythium debaryanum* Causing Chili Damping Off in Pakistan / A.A. Shahid, M. Ali, S. Ali. – DOI:[10.1094/PDIS-08-16-1209-PDN](https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1209-PDN) // Plant Disease. – 2017. – V. 101. – No. 2. – p. 391.

459. Shyder, W.C. Current Status of Taxonomy in *Fusarium* species and their Perfect stages / W.C. Shyder, T.A. Toussoun // Phytopathology. – 1965. – V. 55. – I. 8. – pp. 883–837.

460. Simmons, E.G. *Alternaria* themes and variations (151–223) / E.G. Simmons // Mycotaxon. – 1997. – V. 65. – pp. 1–91.
461. Simmons, E.G. *Alternaria*. An Identification Manual / E.G. Simmons. – The Netherlands, Utrecht: CBS., 2007. – 775 pp.
462. Sippel, D.W. Glucose phosphate isomerase polymorphisms distinguish weakly from highly virulent strains of *Leptosphaeria maculans* / D.W. Sippel, R. Hall // Canadian J. Plant Pathology: [сайт]. – 1995. – V. 17. – I. 1. – pp. 1–6. – URL : <https://doi.org/10.1080/07060669509500712> (дата обращения: 12.04.2023).
463. Subbotin, S.A. Systematics of Cyst Nematodes (Nematoda: Heteroderinae) / S.A. Subbotin, M. Mundo-Ocampo, J.G. Baldwin // Brill Leiden-Boston: [сайт]. – 2010. – V. 8B. – pp. 35–449. – URL : <https://doi.org/10.1163/ej.9789004164345.i-512.14> (дата обращения: 12.04.2023).
464. Smith, H.C. The morphology of *Verticillium albo-atrum*, *V. dahliae*, and *V. tricorpus* / H.C. Smith // New Zealand J. of Agricultural. – 1965. – 8. – pp. 450–478.
465. Sokhi S.S., Joshi L.M. Estimation of losses in yield due to leaf blight disease of wheat caused by *Alternaria triticina* / S.S. Sokhi, L.M. Joshi // Indian J. Mycology and Plant Pathology. – 1974. – V. 4. – I. 1. 1974. – pp. 29–33.
466. Species Fungorum, 2024 [сайт]. – URL : <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (дата обращения: 23.02.2024).
467. Steele, A.E. The host range of the sugar beet nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt / A.E. Steele // J. of Sugarbeet Research. – 1965. – V. 13. – pp. 573–603.
468. Stumpf, M.A. The haustorial interface in a resistant interaction of *Erysiphe pisi* with *Pisum sativum* / M.A. Stumpf, G.L. Gay // Physiological and Molecular Plant Pathology. – 1989. – V. 35. – I. 6. – pp. 519–533.
469. Szöllösi, R. Chapter 25 – Indian Mustard (*Brassica juncea* L.) Seeds in Health / R. Szöllösi // Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention (Second Edition): [сайт]. – 2020– pp. 357–364. – URL : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818553-7.00025-5> (дата обращения: 12.04.2023).

470. Tewari, J.P. Resistance to *Alternaria brassicae* in crucifers / J.P. Tewari, K.L. Conn, J.S. Dahiya // IOBC-WPRS Bulletin: [сайт]. – 1991. – V. 14(6). – pp. 1085–1090. – URL : <https://www.gcirc.org/fileadmin/documents/Proceedings/IRC1987vol5-7/Diseases%2CInsects/CO87%20-%20page%201085.pdf> (дата обращения: 12.04.2023).

471. The effect of climate change on plant diseases / R. Yáñez-López, I. Torres-Pacheco, R.G. Guevara-González [et al.] // African J. of Biotechnology: [сайт]. – 2012. – V. 11(10). – pp. 2417–2428. – URL : DOI:[10.5897/AJB10.2442](https://doi.org/10.5897/AJB10.2442) (дата обращения: 12.04.2023).

472. The effect of different sources of fish and camelina sativa oil on immune cell and adipose tissue mRNA expression in subjects with abnormal fasting glucose metabolism: a randomized controlled trial / V.D. de Mello, I. Dahlman, M. Lankinen [et al.] // Nutrition Diabetes: [сайт]. – 2019. – V. 9. – 1. – URL : <https://doi.org/10.1038/s41387-018-0069-2> (дата обращения: 20.11.2021).

473. The Characterization of 10 Spring Camelina Genotypes Grown in Environmental Conditions in North-Eastern Poland / D. Załuski, J. Tworkowski, M. Krzyżaniak [et al.] // Agronomy: [сайт]. – 2020. – V. 10(1). – p. 64. – URL : <https://doi.org/10.3390/agronomy10010064> (дата обращения: 12.04.2023).

474. The Rapeseed Potential in Poland and Germany in the Context of Production, Legislation, and Intellectual Property Rights / E. Woźniak, E. Waszkowska, T. Zimny [et al.]. – DOI:[10.3389/fpls.2019.01423](https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01423) // Front Plant Science: [сайт]. – 2019. – V. 10. – 1423.

475. Transcriptome profiling of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* in cabbage (*Brassica oleracea*) roots / M. Xing, H. Lv, J. Ma [et al.]. – doi: [10.1371/journal.pone.0148048](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148048) // PLoS ONE. – 2016. – V. 11.

476. Tresner, H.D. Soil microfungi in relation to the hardwood forest continuum in Southern Wisconsin / H.D. Tresner, M.P. Bacus, I.T. Curtis // Mycologia. – 1954. – № 46 (3). – pp. 314–333.

477. Uhlig, S. Beauvericin and enniatins A, A1, B and B1 in Norwegian grain: A survey / S. Uhlig, M. Torp, B.T. Heier // Food Chemistry: [сайт]. – 2006. –

V. 94. – I. 2. – pp. 193–201. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.004> (дата обращения: 11.06.2023).

478. Velásquez, A.C. Plant–Pathogen Warfare under Changing Climate Conditions / A.C. Velásquez, C.D.M. Castroverde, S.Y. He // *Current Biology*: [сайт]. – 2018. – V. 28. – I. 10. – R619–R634. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054> (дата обращения: 11.02.2023).

479. Voigt, K. Strain typing of Polish *Leptosphaeria maculans* isolates supports at the genomic level the multi-species concept of aggressive and non-aggressive strains / K. Voigt, M. Jedryczka, J. Wöstemeyer // *Microbiological Research*: [сайт]. – 2001. – V. 156. – I. 2. – pp. 169–177. – URL : <https://doi.org/10.1078/0944-5013-00099> (дата обращения: 11.02.2023).

480. Vicente, J.G. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (cause of black rot of crucifers) in the genomic era is still a worldwide threat to brassica crops / J.G. Vicente, E.B. Holub // *Molecular Plant Pathology*: [сайт]. – 2013. – V. 14. – I. 1. – pp. 2–18. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00833.x> (дата обращения: 11.02.2023).

481. Virulence and diversity of *Peronospora viciae* f. sp. *pisi* in Alberta, Canada / J. Liu, T. Cao, K.-F. Chang [et al.] // *Crop Protection*: [сайт]. – 2013. – V. 43. – pp. 18–26. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.07.012> (дата обращения: 11.02.2023).

482. Virulence-Toxin Production Relationship in Isolates of the Plant Pathogenic Fungus *Botrytis cinerea* / J.L. Reino, R. Hernandez-Galan, R. Duran-Patron, I.G. Collado // *J. of Phytopathology*: [сайт]. – 2004. – V. 152. – I. 10. – pp. 563–566. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2004.00896.x> (дата обращения: 11.06.2023).

483. Voluevich, E.A. Blackleg of rape (*Brassica napus* L.) management strategies / E.A. Voluevich // *Proceedings of the National academy of Sci. of Belarus, biological series*: [сайт]. – 2017. – № 1. – pp. 119–128. – URL: <https://vestibio.belnauka.by/jour/article/view/281/279> (дата обращения 12.01.2023).

484. Wadud, M.A. Prevalence of the *Alternaria* blight of cumin (*Cuminum cyminum* L.) in Bangladesh: Morphology, phylogeny and pathogenic variation of *Alternaria* spp. / M.A. Wadud, S. Das, M.A.R. Khokon // Saudi J. of Biological Sciences: [сайт]. – 2021. – V. 28. – I. 10. – pp. 5865–5874. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.038> (дата обращения 12.01.2023).

485. Williams, P.H. Screening for resistance to blackleg of crucifers in the seedling stage / P.H. Williams, P.A. Delwiche // Proceedings of Eucarpia Cruciferae Conference, Wageningen, The Netherlands. – 1979. – V. 164. – p. 70.

486. Win, N.K.K. Bitter gourd little leaf disease associated to '*Candidatus* Phytoplasma asteris' / N.K.K. Win, Y.-H. Kim, H.-Y. Jung // Tropical Plant Pathology: [сайт]. – 2014. – V. 39. – No. 1. – URL : <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762014000100010> (дата обращения 12.01.2023).

487. World-wide importance of Phoma stem canker (*Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*) on oilseed rape (*Brassica napus*) / B.D.L. Fitt, H. Brun, M.J. Barbetti, S. R. Rimmer . – DOI:[10.1007/s10658-005-2233-5](https://doi.org/10.1007/s10658-005-2233-5) // European J. of Plant Pathology. – 2006. – V. 114. – No. 1. – pp. 3–15.

488. Yuan, L. Metabolic Engineering a Model Oilseed *Camelina sativa* for the Sustainable Production of High-Value Designed Oils / Yuan L., Li R. // Frontiers Plant Science: [сайт]. – 2020. – V. 11 – URL : <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00011> (дата обращения 25.09.2022).

489. Zamani-Noor, N. Effects of host plant resistance and fungicide application on phoma stem canker, growth parameters and yield of winter oilseed rape / N. Zamani-Noor, J. Knüfer // Crop Protection: [сайт]. – 2018. – V. 112. – pp. 313–321. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.06.004> (дата обращения: 05.05.2023).

490. Zhao, X. Quantification of aflatoxin risk associated with Chinese spices: Point and probability risk assessments for aflatoxin B1 / X. Zhao, D.W. Schaffner, T. Yue // Food Control: [сайт]. – 2013. – V. 33. – I. 2. – pp. 366–377. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.03.012> (дата обращения: 05.05.2023).

491. Zielinski, D. A preliminary study on *Verticillium dahliae* Kleb. in winter oilseed rape in Poland / D. Zielinski, C. Sadowski // Proc. 9<sup>th</sup> Intern. Rapeseed Congress. – 1995. – V. 2. – pp. 649–651.

492. Zinkernagel, V. On the development of *Verticillium* spp. in susceptible and tolerant hop varieties after natural and artificial infection / V. Zinkernagel // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz: [сайт]. – 1982. – V. 89. – No. 4. – pp. 205–218. – URL : <https://www.jstor.org/stable/43214933> (дата обращения: 05.05.2023).

ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение А

Погодные условия в месте проведения исследований за 2011-2023 гг.

Приложение А.1 – Среднемноголетние погодные условия за 1943-1965 гг.  
(по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, С	I	-1,4	-1,9	2,1	8,7	15,2	19,4	22,5	23,7	19,3	13,5	6,9	1,7
	II	-1,9	-1,0	4,2	10,8	16,2	20,4	23,2	23,1	17,3	11,6	5,1	0,4
	III	-2,1	0,5	6,2	13,1	18,2	21,4	23,8	21,6	15,3	9,8	3,4	-0,7
<b>Средняя</b>		<b>-1,8</b>	<b>-0,9</b>	<b>4,2</b>	<b>10,9</b>	<b>16,8</b>	<b>20,4</b>	<b>23,2</b>	<b>22,7</b>	<b>17,4</b>	<b>11,6</b>	<b>5,1</b>	<b>0,4</b>
Кол-во осадков, мм	I	18	16	16	15	18	22	21	17	13	16	19	22
	II	16	17	16	16	19	23	20	16	12	18	19	23
	III	16	17	16	17	20	22	19	15	13	18	21	21
<b>Сумма</b>		<b>50,0</b>	<b>50,0</b>	<b>48,0</b>	<b>48,0</b>	<b>57,0</b>	<b>67,0</b>	<b>60,0</b>	<b>48,0</b>	<b>38,0</b>	<b>52,0</b>	<b>59,0</b>	<b>66,0</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	85	83	79	71	67	66	65	63	66	73	80	83
	II	85	82	77	68	67	66	64	63	68	76	82	84
	III	84	80	74	68	67	65	64	65	71	78	83	84
<b>Средняя</b>		<b>85</b>	<b>82</b>	<b>77</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>66</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>68</b>	<b>76</b>	<b>82</b>	<b>84</b>

Приложение А.2 – Погодные условия за 2011 г. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	2,4	1,2	0,8	8,3	14,3	23,4	24,5	25,2	20,5	16,0	2,8	6,6
	II	0,1	-4,0	5,2	9,7	16,7	22,7	27,5	24,1	20,2	13,2	1,2	5,9
	III	-2,7	-1,2	7,7	12,0	20,1	21,6	29,0	22,1	17,4	6,3	0,2	4,8
<b>Средняя</b>		<b>-0,1</b>	<b>-1,3</b>	<b>4,6</b>	<b>10,0</b>	<b>17,1</b>	<b>22,6</b>	<b>27,1</b>	<b>23,7</b>	<b>19,4</b>	<b>11,7</b>	<b>1,4</b>	<b>5,7</b>
Кол-во осадков, мм	I	12,3	47,3	13,4	73,6	10,3	0,0	0,8	3,7	8,8	15,0	17,9	25,5
	II	22,0	12,4	31,4	38,0	30,0	28,5	0,1	44,5	3,3	60,8	6,9	12,4
	III	75,3	6,1	21,1	26,1	66,9	25,0	2,2	32,4	9,9	0,0	7,3	5,5
<b>Сумма</b>		<b>109,6</b>	<b>65,8</b>	<b>65,9</b>	<b>137,7</b>	<b>107,2</b>	<b>53,5</b>	<b>3,1</b>	<b>80,6</b>	<b>22,0</b>	<b>75,8</b>	<b>32,1</b>	<b>43,4</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	81	82	71	78	75	55	64	55	62	69	78	70
	II	88	69	76	65	73	70	57	70	61	81	80	79
	III	85	71	72	67	69	66	62	57	59	77	79	84
<b>Средняя</b>		<b>85</b>	<b>74</b>	<b>73</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>64</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>76</b>	<b>79</b>	<b>78</b>

Приложение А.3 – Погодные условия за 2012 г. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	5,2	-13,1	-1,5	14,3	21,7	22,0	22,4	27,3	20,9	19,3	11,7	9,2
	II	2,1	-3,6	3,4	16,1	22,7	26,6	25,9	24,9	21,9	16,6	5,3	-1,4
	III	-7,2	2,0	6,8	19,2	20,0	25,6	28,7	23,7	21,2	14,7	8,0	-0,6
<b>Средняя</b>		<b>-0,2</b>	<b>-5,1</b>	<b>3,1</b>	<b>16,5</b>	<b>21,4</b>	<b>24,7</b>	<b>25,8</b>	<b>25,2</b>	<b>21,3</b>	<b>16,8</b>	<b>8,3</b>	<b>2,3</b>
Кол-во осадков, мм	I	11,1	10,0	12,1	18,6	0,0	6,7	73,7	0,0	0,0	13,4	36,2	50,4
	II	33,0	20,0	1,6	19,8	4,2	0,3	9,4	0,4	0,0	28,3	0,0	16,0
	III	7,8	40,1	36,3	2,2	70,1	7,8	0,3	3,1	27,3	3,2	1,6	8,6
<b>Сумма</b>		<b>51,9</b>	<b>70,1</b>	<b>50,0</b>	<b>40,6</b>	<b>74,3</b>	<b>14,8</b>	<b>83,4</b>	<b>3,5</b>	<b>27,3</b>	<b>44,9</b>	<b>37,8</b>	<b>75,0</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	74	74	75	53	53	64	71	57	51	64	80	78
	II	84	79	58	61	61	57	61	61	50	72	86	80
	III	77	82	63	52	73	52	42	57	70	75	76	77
<b>Средняя</b>		<b>78</b>	<b>78</b>	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>70</b>	<b>81</b>	<b>78</b>

Приложение А.4 – Погодные условия за 2013 г. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, С	I	1,2	7,9	6,5	14,5	22,0	20,7	25,2	23,4	18,3	9,4	11,8	3,2
	II	4,4	4,5	10,0	11,9	21,0	24,3	26,6	26,9	18,9	13,6	7,9	-3,0
	III	7,7	4,6	6,4	15,6	23,1	25,5	23,0	25,7	13,5	10,9	7,4	2,2
<b>Средняя</b>		<b>4,5</b>	<b>5,8</b>	<b>7,6</b>	<b>14,0</b>	<b>21,8</b>	<b>23,5</b>	<b>24,9</b>	<b>25,3</b>	<b>16,9</b>	<b>11,3</b>	<b>9,0</b>	<b>0,8</b>
Кол-во осадков, мм	I	18,1	12,7	16,9	4,4	0,0	47,7	57,8	28,3	45,6	56,3	5,6	65,5
	II	7,1	16,8	48,1	1,6	15,6	30,7	5,8	0,5	25,2	12,3	0,0	5,3
	III	15,8	4,8	14,8	14,4	1,5	7,2	32,5	5,8	35,8	6,7	30,1	0,0
<b>Сумма</b>		<b>41,0</b>	<b>34,3</b>	<b>79,8</b>	<b>20,4</b>	<b>17,1</b>	<b>85,6</b>	<b>96,1</b>	<b>34,6</b>	<b>106,6</b>	<b>75,3</b>	<b>35,7</b>	<b>70,8</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	84	69	55	66	45	65	59	64	68	76	71	78
	II	67	82	69	58	65	59	50	46	71	77	72	77
	III	78	76	70	52	51	52	59	48	71	75	76	84
<b>Средняя</b>		<b>76</b>	<b>76</b>	<b>65</b>	<b>59</b>	<b>53</b>	<b>59</b>	<b>56</b>	<b>52</b>	<b>70</b>	<b>76</b>	<b>73</b>	<b>80</b>

Приложение А.5 – Погодные условия за 2014 г. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	3,1	-4,7	8,2	9,1	17,1	23,0	23,6	28,2	25,0	12,6	6,1	0,1
	II	4,8	7,4	6,9	15,3	21,2	21,4	26,4	28,1	18,7	13,1	7,1	6,5
	III	-4,7	5,8	10,2	14,8	21,9	21,7	26,1	25,2	15,7	7,4	1,1	6,7
<b>Средняя</b>		<b>0,9</b>	<b>2,6</b>	<b>8,5</b>	<b>13,1</b>	<b>20,1</b>	<b>22,0</b>	<b>25,4</b>	<b>27,1</b>	<b>19,8</b>	<b>10,9</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>
Кол-во осадков, мм	I	4,6	7,2	8,6	3,1	11,0	27,5	29,2	0,0	33,7	0,0	0,0	0,3
	II	36,0	4,9	62,3	9,1	24,7	57,5	16,8	0,0	0,9	69,6	6,8	5,8
	III	66,3	2,6	23,1	5,7	9,1	44,4	5,3	0,0	5,5	8,1	10,2	49,0
<b>Сумма</b>		<b>106,9</b>	<b>14,7</b>	<b>94,0</b>	<b>17,9</b>	<b>44,8</b>	<b>129,4</b>	<b>51,3</b>	<b>0,0</b>	<b>40,1</b>	<b>77,7</b>	<b>17,0</b>	<b>65,1</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	81	71	71	49	65	63	68	36	51	51	69	76
	II	73	75	66	62	67	63	59	51	65	73	79	86
	III	81	73	61	62	63	62	48	51	64	69	76	72
<b>Средняя</b>		<b>79</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>58</b>	<b>65</b>	<b>63</b>	<b>58</b>	<b>44</b>	<b>60</b>	<b>64</b>	<b>75</b>	<b>78</b>

Приложение А.6 – Погодные условия за 2015 г. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	-3,2	7,1	4,9	8,9	15,1	22,4	25,4	29,1	24,5	15,2	8,5	5,0
	II	3,7	-1,2	8,3	11,4	17,8	23,8	22,5	27,2	20,6	9,8	8,4	2,6
	III	5,5	4,6	9,2	12,9	22,4	22,7	27,5	22,9	24,5	8,7	12,6	6,1
<b>Средняя</b>		<b>2,1</b>	<b>3,5</b>	<b>7,5</b>	<b>11,1</b>	<b>18,5</b>	<b>23,0</b>	<b>25,2</b>	<b>26,3</b>	<b>23,2</b>	<b>11,1</b>	<b>9,8</b>	<b>5,6</b>
Кол-во осадков, мм	I	44,4	16,4	16,5	16,1	11,5	2,3	36,7	0	4,7	12,5	4,6	32,0
	II	32,3	10,2	14,8	25,1	9,9	28,9	26,6	16,0	3,8	25,9	62,4	3,8
	III	10,4	0,3	11,2	26,3	50,8	113,5	7,5	47,2	0,0	44,7	11,1	16,9
<b>Сумма</b>		<b>87,1</b>	<b>26,9</b>	<b>42,5</b>	<b>67,5</b>	<b>72,2</b>	<b>144,7</b>	<b>70,8</b>	<b>63,2</b>	<b>8,5</b>	<b>83,1</b>	<b>78,1</b>	<b>52,7</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	78	64	74	66	65	56	62	32	57	55	73	77
	II	77	77	62	56	53	64	58	58	59	72	74	78
	III	77	70	64	54	52	71	49	45	54	76	57	82
<b>Средняя</b>		<b>77</b>	<b>70</b>	<b>67</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>64</b>	<b>56</b>	<b>43</b>	<b>57</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>76</b>

Приложение А.7 – Погодные условия за 2016 г. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	-4,0	5,1	10,9	12,8	16,4	18,6	24,9	28,0	23,0	17,6	10,6	0,5
	II	6,5	8,5	5,8	15,9	17,9	23,9	27,4	26,0	19,7	8,9	6,1	-1,4
	III	-1,8	7,9	8,9	15,4	18,8	27,6	25,4	27,5	13,8	6,6	4,4	-2,5
<b>Средняя</b>		<b>0,2</b>	<b>7,1</b>	<b>8,5</b>	<b>14,7</b>	<b>17,7</b>	<b>23,4</b>	<b>25,8</b>	<b>27,2</b>	<b>18,8</b>	<b>10,9</b>	<b>7,0</b>	<b>-1,2</b>
Кол-во осадков, мм	I	50,3	31,1	2,3	3,0	23,1	152,9	37,6	8,7	0,0	1,5	11,4	31,7
	II	24,1	3,9	12,4	20,2	17,3	17,1	4,2	18,9	34,0	18,0	30,0	24,6
	III	16,4	12,2	14,5	2,4	21,8	6,1	1,6	0,5	44,3	23,8	52,4	10,1
<b>Сумма</b>		<b>90,8</b>	<b>47,2</b>	<b>29,2</b>	<b>25,6</b>	<b>62,2</b>	<b>176,1</b>	<b>43,4</b>	<b>28,1</b>	<b>78,3</b>	<b>43,3</b>	<b>93,8</b>	<b>66,4</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	81	72	68	47	64	73	54	52	45	71	62	77
	II	72	62	65	63	65	61	51	56	52	69	80	79
	III	78	70	62	55	67	52	51	51	74	70	72	86
<b>Средняя</b>		<b>77</b>	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>66</b>	<b>62</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>57</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>81</b>

Приложение А.8 – Погодные условия за 2017 г. (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	4,6	0,0	10,2	11,1	19,4	22,1	24,1	28,7	21,2	13,4	8,2	5,2
	II	1,7	-1,9	8,4	13,0	15,9	20,4	25,0	27,5	24,6	13,2	8,8	6,2
	III	-4,0	7,2	8,4	12,3	17,3	23,6	25,2	23,2	18,1	10,4	2,1	4,3
<b>Средняя</b>		<b>0,6</b>	<b>1,4</b>	<b>9,0</b>	<b>12,1</b>	<b>17,5</b>	<b>22,0</b>	<b>24,8</b>	<b>26,3</b>	<b>21,3</b>	<b>12,2</b>	<b>6,4</b>	<b>5,2</b>
Кол-во осадков, мм	I	7,1	3,4	8,1	12,2	12,6	12,2	0,0	0,0	11,5	0,3	1,4	22,9
	II	8,0	15,5	14,8	11,9	41,3	20,8	62,8	0,5	0,0	28,0	13,7	28,1
	III	6,2	16,2	29,3	19,4	62,1	30,4	23,9	10,7	6,7	40,3	34,8	26,2
<b>Сумма</b>		<b>21,3</b>	<b>35,0</b>	<b>52,2</b>	<b>43,5</b>	<b>116,0</b>	<b>63,4</b>	<b>86,7</b>	<b>11,2</b>	<b>18,2</b>	<b>68,8</b>	<b>49,9</b>	<b>77,2</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	73	71	61	64	65	67	58	45	64	56	77	81
	II	79	68	71	62	73	70	56	42	54	72	84	80
	III	73	60	64	67	74	72	63	54	44	81	82	83
<b>Средняя</b>		<b>75</b>	<b>67</b>	<b>65</b>	<b>64</b>	<b>71</b>	<b>69</b>	<b>59</b>	<b>47</b>	<b>54</b>	<b>70</b>	<b>81</b>	<b>82</b>

Приложение А.9 – Погодные условия за 2018 г. (по данным цифровой метеостанции 0С0FA034, ВНИИМК г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	4,1	5,0	5,1	12,2	18,6	20,4	26,6	25,6	22,9	13,7	7,1	2,6
	II	-0,7	3,4	7,0	12,9	17,6	23,4	25,9	24,8	19,2	15,5	2,3	1,9
	III	0,7	-1,0	6,2	15,5	20,8	26,7	26,3	25,7	16,3	12,1	1,5	3,2
<b>Средняя</b>		<b>1,4</b>	<b>2,5</b>	<b>6,1</b>	<b>13,5</b>	<b>19,0</b>	<b>23,5</b>	<b>26,3</b>	<b>25,4</b>	<b>19,5</b>	<b>13,8</b>	<b>3,6</b>	<b>2,6</b>
Кол-во осадков, мм	I	6,0	29,6	82,4	6,2	25,2	0,0	0,2	3,6	48,6	2,8	0,2	13,8
	II	3,6	20,8	22,8	9,4	15,0	3,2	82,2	0,0	31,0	0,4	10,6	6,6
	III	17,4	31,2	45,0	2,0	45,8	7,8	36,8	3,2	0,8	41,6	39,0	51,0
<b>Сумма</b>		<b>27,0</b>	<b>81,6</b>	<b>150,2</b>	<b>17,6</b>	<b>86,0</b>	<b>11,0</b>	<b>119,2</b>	<b>6,8</b>	<b>80,4</b>	<b>44,8</b>	<b>49,8</b>	<b>71,4</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	97,0	84,8	87,6	70,6	75,9	60,3	53,4	57,5	67,9	77,0	87,4	97,9
	II	92,2	94,1	85,3	64,9	75,9	58,0	67,1	43,9	76,3	62,7	98,1	96,0
	III	94,8	96,8	92,1	64,4	66,9	63,9	72,0	47,4	74,1	88,8	96,7	95,6
<b>Средняя</b>		<b>94,8</b>	<b>91,9</b>	<b>88,3</b>	<b>66,6</b>	<b>72,9</b>	<b>60,7</b>	<b>64,2</b>	<b>49,6</b>	<b>72,8</b>	<b>76,2</b>	<b>94,1</b>	<b>96,5</b>

Приложение А.10 – Погодные условия за 2019 г. (по данным цифровой метеостанции 0С0FA034, ВНИИМК  
г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	1,6	3,7	6,2	10,7	16,6	24,2	24,1	21,8	22,0	15,1	8,8	1,4
	II	3,0	3,5	6,6	10,8	19,5	26,3	21,0	24,1	19,4	14,2	7,0	5,3
	III	3,9	1,8	6,5	14,2	21,0	25,3	23,7	25,1	14,2	11,1	3,8	5,1
<b>Средняя</b>		<b>2,9</b>	<b>3,1</b>	<b>6,4</b>	<b>11,9</b>	<b>19,1</b>	<b>25,2</b>	<b>23,0</b>	<b>23,7</b>	<b>18,5</b>	<b>12,4</b>	<b>6,6</b>	<b>4,0</b>
Кол-во осадков, мм	I	26	4	23	5	16	10	2	17	18	25	0	23
	II	47	1,6	23	39	10	2,5	62	21	6	6,1	0,4	4,6
	III	16	24	13	0	26	22	68	0	17	3,3	17	12
<b>Сумма</b>		<b>89</b>	<b>29,6</b>	<b>59</b>	<b>44</b>	<b>52</b>	<b>34,5</b>	<b>132</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>34,4</b>	<b>17,4</b>	<b>39,6</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	85	88	67	63	67	64	51	62	44	81	69	89
	II	82	73	77	78	69	50	71	59	50	83	79	89
	III	83	81	64	54	66	54	68	42	77	86	78	89
<b>Средняя</b>		<b>83</b>	<b>81</b>	<b>69</b>	<b>65</b>	<b>67</b>	<b>56</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>57</b>	<b>83</b>	<b>75</b>	<b>89</b>

Приложение А.11 – Погодные условия за 2020 г. (по данным цифровой метеостанции 0С0FA034, ВНИИМК  
г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	1,3	2,2	11,4	8,7	15,4	21,0	27,0	25,1	23,7	17,4	10,6	1,2
	II	1,3	3,2	7,0	10,7	17,5	23,2	24,6	22,8	20,6	17,5	3,2	2,2
	III	4,2	6,6	9,5	11,8	16,3	24,4	24,4	23,5	19,5	13,8	3,0	2,2
<b>Средняя</b>		<b>2,3</b>	<b>3,9</b>	<b>9,3</b>	<b>10,4</b>	<b>16,4</b>	<b>22,9</b>	<b>25,4</b>	<b>23,8</b>	<b>21,2</b>	<b>16,1</b>	<b>5,6</b>	<b>1,9</b>
Кол-во осадков, мм	I	26	28	7,2	0	28	17	18	6,0	108	5,4	16	0,6
	II	5,9	6,9	6,0	3,7	0,3	19	28	0,3	0	9,0	5,1	2,7
	III	31	21	4,3	0,2	61	1	59	5,1	0,9	1,8	17	17
<b>Сумма</b>		<b>62,9</b>	<b>55,9</b>	<b>17,5</b>	<b>3,9</b>	<b>89,3</b>	<b>37</b>	<b>105</b>	<b>11,4</b>	<b>108,9</b>	<b>16,2</b>	<b>38,1</b>	<b>20,3</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	91	81	66	48	74	70	61	53	65	67	84	85
	II	90	77	69	58	58	77	64	53	54	76	82	87
	III	83	75	68,68	55	73	58	67	55	63	81	93	87
<b>Средняя</b>		<b>88</b>	<b>78</b>	<b>67</b>	<b>53</b>	<b>69</b>	<b>68</b>	<b>63</b>	<b>54</b>	<b>61</b>	<b>75</b>	<b>86</b>	<b>86</b>

Приложение А.12 – Погодные условия за 2021 г. (по данным цифровой метеостанции х. Октябрьский, г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	4,5	5,0	3,5	9,9	15,8	18,0	25,1	27,6	18,1	10,9	10,7	8,4
	II	-3,2	-3,0	4,4	11,0	18,1	22,5	28,2	23,7	19,4	12,4	3,9	4,3
	III	2,4	-0,8	5,6	12,4	19,9	24,8	25,4	25,5	14,0	8,0	8,2	1,8
<b>Средняя</b>		<b>1,3</b>	<b>0,5</b>	<b>4,6</b>	<b>11,1</b>	<b>18,0</b>	<b>21,7</b>	<b>26,2</b>	<b>25,6</b>	<b>17,1</b>	<b>10,4</b>	<b>7,6</b>	<b>4,8</b>
Кол-во осадков, мм	I	54	53	5,8	18	17	21	15	10	21	17	19	11
	II	52	44	25	61	38	49	0,1	61	15	0	3,3	9,9
	III	4,1	9,6	23	7,5	9,2	38	12	2,3	53	23	34	16
<b>Сумма</b>		<b>110,1</b>	<b>106,6</b>	<b>53,8</b>	<b>86,5</b>	<b>64,2</b>	<b>108</b>	<b>27,1</b>	<b>73,3</b>	<b>89</b>	<b>40</b>	<b>56,3</b>	<b>36,9</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	87	79	72	76	65	77	67	64	67	75	94	79
	II	94	86	79	91	72	77	52	82	73	81	85	92
	III	81	78	87	77	76	78	60	68	81	84	82	88
<b>Средняя</b>		<b>87</b>	<b>82</b>	<b>78</b>	<b>82</b>		<b>77</b>	<b>59</b>	<b>71</b>	<b>89</b>	<b>80</b>	<b>87</b>	<b>86</b>

Приложение А.13 – Погодные условия за 2022 г. (по данным цифровой метеостанции х. Октябрьский, г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, °С	I	5,9	2,8	3,1	12,6	11,6	24,1	24,4	25,7	20,0	16,5	6,7	2,6
	II	0,2	4,8	-1,5	12,2	15,3	23,4	23,6	26,2	21,0	12,3	8,6	5,2
	III	-0,3	7,9	6,8	15,3	18,5	21,5	23,1	26,8	16,3	11,4	8,8	3,8
<b>Средняя</b>		<b>1,9</b>	<b>5,0</b>	<b>2,9</b>	<b>13,4</b>	<b>15,2</b>	<b>23,0</b>	<b>23,7</b>	<b>26,2</b>	<b>19,1</b>	<b>13,3</b>	<b>8,0</b>	<b>3,9</b>
Кол-во осадков, мм	I	21	33	26	11	26	0	0	17	0,9	14	4,6	1,4
	II	66	4,5	11	10	8,4	16	34	70	11	0,7	2,2	27
	III	79	10	14	2	23	144	29	3,1	28	27	14	19
<b>Сумма</b>		<b>166</b>	<b>47,5</b>	<b>51</b>	<b>23</b>	<b>57,4</b>	<b>160</b>	<b>63</b>	<b>90,1</b>	<b>39,9</b>	<b>41,7</b>	<b>20,8</b>	<b>47,4</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	82	86	85	65	79	59	55	63	52	77	86	76
	II	89	75	78	71	62	58	67	70	62	74	87	86
	III	93	85	59	67	67	73	72	54	78	85	84	86
<b>Средняя</b>		<b>89</b>	<b>82</b>	<b>74</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>63</b>	<b>65</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>79</b>	<b>86</b>	<b>83</b>

Приложение А.14 – Погодные условия за 2023 г. (по данным цифровой метеостанции х. Октябрьский, г. Краснодар)

Показатель	Декада	Месяц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя темпер. воздуха, С	I	1,9	- 2,2	7,0	11,4	13,5	20,5	25,6	27,7	22,1	16,3	14,7	7,1
	II	0,4	1,1	9,4	12,7	16,3	21,6	22,9	28,8	18,8	10,2	9,7	4,3
	III	1,0	5,9	9,7	13,4	19,6	23,2	25,1	25,2	21,6	16,6	7,3	7,6
<b>Средняя</b>		<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>8,7</b>	<b>12,5</b>	<b>16,6</b>	<b>21,8</b>	<b>24,6</b>	<b>27,1</b>	<b>20,8</b>	<b>14,4</b>	<b>10,6</b>	<b>6,4</b>
Кол-во осадков, мм	I	26	31	20	40	45	7,4	46	-	15	16	25	30
	II	0	44	11	29	0,3	25	12	-	2,1	8	67	47
	III	1,2	6	23	27	32	10	3,3	-	-	3,2	65	34
<b>Сумма</b>		<b>27,2</b>	<b>81</b>	<b>54</b>	<b>96</b>	<b>77,3</b>	<b>42,4</b>	<b>61,3</b>	<b>-</b>	<b>17,1</b>	<b>27,2</b>	<b>156</b>	<b>111</b>
Относит. влаж. воздуха, %	I	79	89	72	76	80	72	63	60	57	62	78	83
	II	77	88	80	76	62	81	66	46	58	73	85	95
	III	86	63	80	79	82	60	62	44	51	71	83	77
<b>Средняя</b>		<b>81</b>	<b>81</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>75</b>	<b>71</b>	<b>64</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>69</b>	<b>82</b>	<b>85</b>

## Приложение Б

## Распространенность болезней в агроценозах масличных культур семейства

## Капустные

Приложение Б.1 – Распространенность пероноспороза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Горчица сарептская	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Горчица белая	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Горчица черная	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Рыжик	10	5	9	12	10	13	15	15	14	100	100	100
Озимая форма												
Рапс	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Горчица сарептская	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Рыжик	–	–	–	–	10	100	100	9	10	10	16	8

Приложение Б.2 – Распространенность белой ржавчины в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	10	–	–	–	8	–	10	–	–	10	–	–
Горчица сарептская	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица белая	–	–	–	–	–	8	–	–	10	10	–	10
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	16	10	15	17	100	100	100	100	20
Озимая форма												
Рапс	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица сарептская	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	–	10	8	10	7	10	22	20	100

Приложение Б.3 – Распространенность черной ножки в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	–	10	–	–	8	10	–	–	9	–	10	–
Горчица сарептская	–	10	–	7	–	10	8	–	–	10	10	–
Горчица белая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Озимая форма												
Рапс	–	–	10	8	–	–	7	10	9	8	10	10
Горчица сарептская	–	–	–	10	9	–	10	8	10	7	8	10
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Приложение Б.4 – Распространенность бактериального увядания в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	–	–	–	5	10	–	8	10	–	5	10	10
Горчица сарептская	5	8	7	5	10	10	8	7	10	20	25	100
Горчица белая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	10	5	9	10	8	8	10	7	10	5	10	10
Озимая форма												
Рапс	10	9	7	10	7	10	8	10	8	10	9	10
Горчица сарептская	10	5	10	5	10	5	10	10	10	10	7	5
Рыжик	5	7	7	7	5	5	10	8	10	7	10	5

Приложение Б.5 – Распространенность гетероза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	–	10	5	10	–	7	8	7	–	10	24	10
Горчица сарептская	10	10	5	10	6	8	10	10	10	5	20	5
Горчица белая	–	–	10	–	–	5	–	–	–	–	10	–
Горчица черная	–	–	10	–	–	–	10	–	–	–	10	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Озимая форма												
Рапс	–	5	–	7	7	–	10	10	10	5	12	5
Горчица сарептская	10	–	5	–	10	–	10	10	10	5	14	5
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Приложение Б.6 – Распространенность фитоплазмоза в посевах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	5	10	–	10	5	–	–	7	8	10	10	–
Горчица сарептская	5	8	–	10	5	–	–	8	8	10	10	–
Горчица белая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	5	–	10	10	–	8	–	8	–
Озимая форма												
Рапс	10	10	10	5	10	5	5	10	7	7	10	10
Горчица сарептская	–	10	–	5	–	–	–	10	–	–	10	10
Рыжик	10	5	5	7	7	5	5	5	8	8	10	10



Приложение Б.9 – Распространенность пепельной гнили в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	–	–	10	5	–	5	–	10	–	–	–	20
Горчица сарептская	–	–	5	10	–	5	–	5	–	–	–	10
Горчица белая	–	–	10	10	–	10	–	10	–	–	–	10
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10
Озимая форма												
Рапс	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица сарептская	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Приложение Б. 10 – Распространенность склеротиниоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	5	5	–	7	–	5	5	–	–	8	–	–
Горчица сарептская	8	7	–	10	5	7	5	–	5	7	–	–
Горчица белая	–	–	–	–	–	15	–	6	–	7	–	–
Горчица черная	–	–	–	–	5	14	5	–	–	5	–	–
Рыжик	–	–	–	5	–	15	12	10	5	5	–	–
Озимая форма												
Рапс	35	40	38	36	10	10	38	10	32	10	10	34
Горчица сарептская	32	10	34	5	10	10	32	10	10	10	10	8
Рыжик	10	7	5	8	7	20	10	10	8	10	8	25

Приложение Б.11 – Распространенность ботридиоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица сарептская	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица белая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Озимая форма												
Рапс	10	–	–	10	–	–	9	–	–	10	10	–
Горчица сарептская	10	–	–	10	–	–	10	–	–	10	10	–
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Приложение Б.12 – Распространенность мучнистой росы в агроценозах масличных культур семейства Капустные, % (степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.)

Культура	Год исследования											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Яровая форма												
Рапс	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Горчица сарептская	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Горчица белая	10	10	–	–	–	10	–	10	–	–	–	–
Горчица черная	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Рыжик	10	10	10	8	10	10	18	20	10	10	20	10
Озимая форма												
Рапс	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Горчица сарептская	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Рыжик	30	28	32	24	26	24	28	30	26	24	22	26



## Приложение В

Содержание микромицетов в почве агроценозов масличных культур семейства  
Капустные

Приложение В.1 – Содержание микромицетов в почве агроценозов озимых масличных культур семейства Капустные, КОЕ/г (степная зона Западного Предкавказья, 2020-2022 гг.)

Фаза вегетации	Содержание микромицетов в почве агроценоза, КОЕ/г			
	пар	рапса	горчицы сарептской	рыжика
1	2	3	4	5
<i>Trichoderma</i> spp.				
2-4 настоящих листа (осень)	$3,8 \times 10^3$	$3,6 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$
Стеблевание (весна)	$1,5 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$
Желтый стручок	$1,4 \times 10^4$	$3,3 \times 10^4$	$4,1 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder. et Hans				
2-4 настоящих листа (осень)	$1,4 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$	$4,9 \times 10^3$
Стеблевание (весна)	$5,2 \times 10^3$	$9,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
Желтый стручок	$5,5 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$0,8 \times 10^3$
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe				
2-4 настоящих листа (осень)	$2,8 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$
Стеблевание (весна)	$2,8 \times 10^3$	$3,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$
Желтый стручок	$2,4 \times 10^3$	$4,8 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$
<i>Fusarium merismoides</i> Corda				
2-4 настоящих листа (осень)	$6,0 \times 10^2$	0	$2,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$
Стеблевание (весна)	$1,8 \times 10^3$	0	$4,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
Желтый стручок	$1,4 \times 10^3$	0	0	$1,5 \times 10^3$
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link				
2-4 настоящих листа (осень)	$1,5 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$
Стеблевание (весна)	$1,1 \times 10^4$	$4,1 \times 10^3$	$3,4 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$
Желтый стручок	$5,0 \times 10^2$	$1,7 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$

## Продолжение Приложения В.1

1	2	3	4	5
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh				
2-4 настоящих листа (осень)	0	$6,0 \times 10^2$	$1,2 \times 10^3$	$3,0 \times 10^2$
Стеблевание (весна)	$9,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$
Желтый стручок	$4,6 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$
<i>Aspergillus flavus</i> Link				
2-4 настоящих листа (осень)	0	$3,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$	0
Стеблевание (весна)	0	0	0	0
Желтый стручок	$3,0 \times 10^2$	0	0	0
<i>Mucor mucedo</i> L.				
2-4 настоящих листа (осень)	0	$3,0 \times 10^2$	0	0
Стеблевание (весна)	0	0	$3,0 \times 10^2$	0
Желтый стручок	$4,0 \times 10^2$	0	$5,0 \times 10^2$	0
<i>Penicillium citrinum</i> Thom.				
2-4 настоящих листа (осень)	0	0	0	0
Стеблевание (весна)	$3,0 \times 10^2$	0	0	0
Желтый стручок	$1,0 \times 10^2$	0	$5,0 \times 10^2$	0
<i>Penicillium lanosocoeruleum</i> Thom				
2-4 настоящих листа (осень)	$1,0 \times 10^2$	0	$2,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$
Стеблевание (весна)	$1,9 \times 10^3$	0	0	0
Желтый стручок	$2,4 \times 10^3$	0	$6,0 \times 10^2$	0

Приложение В.2 – Содержание микромицетов в почве агроценозов яровых масличных культур семейства Капустные, КОЕ/г (степная зона Западного Предкавказья, 2020-2022 гг.)

Фаза вегетации	Содержание микромицетов в почве агроценоза, КОЕ/г					
	пар	рапса	горчицы сарептской	горчицы белой	горчицы черной	рыжика
1	2	3	4	5	6	7
<i>Trichoderma</i> spp.						
2-4 настоящих листа	1,2 x 10 <sup>4</sup>	5,6 x 10 <sup>3</sup>	1,6 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>3</sup>
Желтый стручок	1,1 x 10 <sup>4</sup>	7,7 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	2,6 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder. et Hans						
2-4 настоящих листа	5,8 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	4,0 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>
Желтый стручок	6,2 x 10 <sup>3</sup>	2,3 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe						
2-4 настоящих листа	1,2 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>	4,0 x 10 <sup>3</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>
Желтый стручок	1,1 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>3</sup>	2,3 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>
<i>Fusarium merismoides</i> Corda						
2-4 настоящих листа	9,8 x 10 <sup>3</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	4,0 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	0
Желтый стручок	8,7 x 10 <sup>3</sup>	3,1 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link						
2-4 настоящих листа	4,8 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,8 x 10 <sup>3</sup>	2,3 x 10 <sup>3</sup>
Желтый стручок	3,5 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>	2,1 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh						
2-4 настоящих листа	7,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>	0	2,0 x 10 <sup>2</sup>
Желтый стручок	1,8 x 10 <sup>3</sup>	0	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	7,0 x 10 <sup>2</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Aspergillus flavus</i> Link						
2-4 настоящих листа	4,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	0	0	0	0
Желтый стручок	3,0 x 10 <sup>2</sup>	0	0	0	3,0 x 10 <sup>2</sup>	0
<i>Mucor mucedo</i> L.						
2-4 настоящих листа	0	0	4,0 x 10 <sup>2</sup>	0	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>

## Продолжение Приложения В.2

1	2	3	4	5	6	7
Желтый стручок	$6,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	0	0	0	0
<i>Penicillium citrinum</i> Thom						
2-4 настоящих листа	$1,0 \times 10^2$	0	$1,0 \times 10^3$	0	0	$3,0 \times 10^2$
Желтый стручок	$1,0 \times 10^2$	0	$1,0 \times 10^2$	0	0	0
<i>Penicillium lanosocoeruleum</i> Thom						
2-4 настоящих листа	$1,5 \times 10^3$	0	$1,0 \times 10^2$	0	$4,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$
Желтый стручок	$2,0 \times 10^3$	0	0	0	0	$5,0 \times 10^2$

## Приложение Г

Средняя масса стручка здоровых и пораженных болезнями в разной степени растений масличных культур семейства Капустные

Приложение Г.1 – Средняя масса стручка здорового и пораженного белой ржавчиной в разной степени растения яровых рапса, горчицы белой и рыжика, 2015-2022 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г			
	здорового	пораженного белой ржавчиной, балл		
		1	2	3
Рапс яровой*	0,075	0,052	0,022	0
Горчица белая яровая**	0,032	0,021	0,010	0
Рыжик яровой***	0,015	0,010	0,006	0

\* - Учеты в 2015, 2017, 2020 гг.

\*\* - Учеты в 2016, 2019-2020, 2022 гг.

\*\*\* - Учеты в 2019-2022 гг.

Приложение Г.2 – Средняя масса стручка здорового и пораженного бактериозом в разной степени растения масличных культур семейства Капустные, 2020-2022 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г			
	здорового	пораженного бактериозом, балл		
		1	2	3
Озимая форма				
Рапс	0,088	0,071	0,045	0,027
Горчица сарептская	0,062	0,048	0,028	0,015
Рыжик	0,021	0,017	0,011	0,006
Яровая форма				
Рапс	0,078	0,053	0,028	0,014
Горчица сарептская	0,046	0,030	0,013	0,004
Рыжик	0,016	0,011	0,005	0,004

Приложение Г.3 – Средняя масса стручка здорового и пораженного фитоплазмозом в разной степени растения масличных культур семейства Капустные, 2017-2022 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г			
	здорового	пораженного фитоплазмозом, балл		
		1	2	3
Озимая форма				
Рапс*	0,090	0,070	0,042	0
Горчица сарептская**	0,063	0,050	0,034	0
Рыжик*	0,020	0,019	0,010	0
Яровая форма				
Рапс*	0,074	0,053	0,034	0
Горчица сарептская*	0,044	0,032	0,017	0
Рыжик***	0,013	0,010	0,007	0

\* - Учеты в 2018-2021 гг.; \*\* - Учеты в 2018, 2021-2022 гг.; \*\*\* - Учеты в 2017, 2019, 2021 гг.

Приложение Г.4 – Средняя масса стручка здорового и пораженного фомозом в разной степени растения озимых рапса и горчицы сарептской, 2018-2021 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г				
	здорового	пораженного фомозом, балл			
		1	2	3	4
Рапс озимый	0,089	0,077	0,065	0,046	0,038
Горчица сарептская озимая	0,060	0,051	0,040	0,034	0,026

Приложение Г.5 – Средняя масса стручка здорового и пораженного пепельной гнилью в разной степени растения масличных культур семейства Капустные, 2011-2022 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г				
	здорового	пораженного пепельной гнилью, балл			
		1	2	3	4
Озимая форма*					
Рапс	0,087	0,079	0,069	0,064	0,045
Яровая форма**					
Рапс	0,077	0,067	0,055	0,052	0,029
Горчица сарептская	0,045	0,038	0,034	0,031	0,019
Горчица белая	0,032	0,028	0,024	0,021	0,014

\* - учеты в 2011 г.; \*\* - учеты в 2016, 2018, 2022 гг.

Приложение Г.6 – Средняя масса стручка здорового и пораженного склеротиниозом в разной степени растения масличных культур семейства Капустные, 2016-2022 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г				
	здорового	пораженного склеротиниозом, балл			
		1	2	3	4
Озимая форма*					
Рапс	0,090	0,081	0,066	0,055	0,030
Горчица сарептская	0,061	0,052	0,039	0,027	0,017
Рыжик	0,021	0,018	0,015	0,013	0,008
Яровая форма**					
Рапс	0,075	0,065	0,061	0,049	–
Горчица сарептская	0,047	0,041	0,037	0,031	–
Горчица белая	0,036	0,030	0,026	0,022	–
Горчица черная	0,021	0,018	0,017	0,012	–
Рыжик	0,014	0,012	0,011	0,008	–

\* - учеты в 2018-2022 гг.

\*\* - учеты на рапсе, горчице сарептской, горчице черной, рыжике в 2016-2017, 2020 гг., на горчице белой – 2016, 2018, 2020 гг.

Приложение Г.7 – Средняя масса стручка здорового и пораженного ботридиозом в разной степени растения озимых рапса и горчицы сарептской, 2017, 2020-2021 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г			
	здорового	пораженного ботридиозом, балл		
		1	2	3
Рапс озимый	0,088	0,079	0,068	0,028
Горчица сарептская озимая	0,063	0,057	0,046	0,023

Приложение Г.8 – Средняя масса стручка здорового и пораженного мучнистой росой в разной степени растения рыжика озимого, 2018-2021 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г				
	здорового	пораженного мучнистой росой, балл			
		1	2	3	4
Рыжик озимый	0,021	0,017	0,015	0,007	0,003

Приложение Г.9 – Средняя масса стручка здорового и пораженного фузариозным увяданием в разной степени растения масличных культур семейства Капустные, 2018-2021 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г				
	здорового	пораженного фузариозным увяданием, балл			
		1	2	3	4
Озимая форма					
Рыжик	0,021	0,018	0,014	0,008	0,005
Яровая форма					
Рапс	0,077	0,067	0,044	0,030	0,022
Горчица сарептская	0,045	0,037	0,022	0,013	0,007
Горчица белая	0,034	0,026	0,018	0,012	0,004
Горчица черная	0,022	0,017	0,013	0,004	0,0008
Рыжик	0,015	0,013	0,009	0,004	0,001

Приложение Г.10 – Средняя масса стручка здорового и пораженного вертициллезным увяданием в разной степени растения рапса озимого, 2013-2017 гг.

Культура	Средняя масса стручка с растения, г				
	здорового	пораженного вертициллезным увяданием, балл			
		1	2	3	4
Рапс озимый	0,090	0,076	0,059	0,029	0,003

Приложение Д  
Авторское свидетельство

Приложение Д.1 – Горчица сарептская яровая сорт Галатея

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственная комиссия Российской Федерации  
по испытанию и охране селекционных достижений»

**АВТОРСКОЕ  
СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
№ 84748

Горчица сарептская  
**ГАЛАТЕЯ**

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 13.04.2023

ПО ЗАЯВКЕ № 7853154 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 28.10.2021

Патентообладатель(и)  
ФГБНУ 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР 'ВСЕРОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ИМЕНИ  
В.С.ПУСТОВОЙТА'

Автор(ы) : **СЕРДЮК ОКСАНА АНАТОЛЬЕВНА**  
ГОРЛОВА Л.А., ТРУБИНА В.С.

*Зарегистрировано в Государственном реестре  
охраняемых селекционных достижений*

Председатель   М.Ю. Александров

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственная комиссия Российской Федерации  
по испытанию и охране селекционных достижений»

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 90160

Горчица белая

### ПИКАНТО

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 30.06.2025

ПО ЗАЯВКЕ № 7653678 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 07.11.2023

Патентообладатель(и)

ФГБНУ 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР 'ВСЕРОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ИМЕНИ  
В.С.ПУСТОВОЙТА'

Автор(ы) : **СЕРДЮК ОКСАНА АНАТОЛЬЕВНА**  
ГОРЛОВА Л.А., ТРУБИНА В.С.

Зарегистрировано в Государственном реестре  
охраняемых селекционных достижений

Врио председателя



Д.В. Бутусов

## Приложение Е

Распространенность, развитие болезней на озимых рапсе и горчице сарептской

Приложение Е.1 – Распространенность (Р, %), развитие (R, %) фомоза на озимых рапсе и горчице сарептской, (степная зона Западного Предкавказья, 2012-2014 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
			Р, %	R, %	Р, %	R, %
1	Контроль (без обработки)	-	52,6	47,3	51,0	34,0
Обработка растений в фазе бутонизации						
2	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	30,4	10,5	27,8	8,2
3	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	27,7	9,2	25,0	7,5
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	40,3	20,8	39,8	16,7
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	42,0	23,4	42,0	18,4
Обработка растений в фазе цветения						
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	38,6	18,4	38,6	15,3
7	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	35,4	15,7	35,4	13,3
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	40,0	22,0	40,0	17,4
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	43,8	21,6	43,8	18,7
Обработка растений в фазе зеленого стручка						
10	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	48,0	39,1	48,4	28,9
11	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	50,6	41,2	50,2	28,2
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	50,8	42,4	50,8	30,0
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	54,2	40,0	52,2	28,9

Приложение Е.2 – Распространенность (Р, %), развитие (R, %) альтернариоза на озимых рапсе и горчице сарептской, (степная зона Западного Предкавказья, 2012-2014 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
			Р, %	R, %	Р, %	R, %
1	Контроль (без обработки)	-	58,3	39,2	55,0	35,8
Обработка растений в фазе бутонизации						
2	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	46,2	27,5	42,0	24,4
3	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	41,7	27,5	42,4	25,8
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	44,3	29,5	48,2	27,9
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	46,7	28,6	45,6	26,8
Обработка растений в фазе цветения						
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	38,4	18,0	36,8	17,2
7	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	36,5	16,8	34,0	16,5
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	39,0	19,2	37,4	18,6
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	34,1	15,7	35,8	15,7
Обработка растений в фазе зеленого стручка						
10	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	33,0	8,2	28,3	7,9
11	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	28,2	7,0	24,2	6,8
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	34,8	9,0	29,0	8,6
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	26,8	6,7	22,4	5,7

Приложение Е.3 – Распространенность (Р, %), развитие (R, %) фомоза на рапсе озимом при двукратной обработке фунгицидами, (степная зона Западного Предкавказья, 2015-2017 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Фомоз	
			Р, %	R, %
1	Контроль (без обработки)	-	53,4	42,8
Обработка растений в фазе: розетка + бутонизация				
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	0,75 + 1,0	35,2	7,7
3	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,6 + 0,8	28,7	6,8
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	0,75 + 1,0	41,4	15,8
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5 + 0,5	42,7	18,0
Обработка растений в фазе: розетка + цветение				
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	0,75 + 1,0	39,1	13,6
7	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,6 + 0,8	34,0	12,0
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	0,75 + 1,0	43,0	18,8
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5 + 0,5	41,4	18,8

## Приложение Ж

Распространенность, развитие болезней на яровых масличных культурах  
семейства Капустные

Приложение Ж.1 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на рапсе яровом, (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			P, %	R, %	P, %	R, %
1	Контроль (без обработки)	-	57,7	37,0	60,0	45,8
Обработка растений в фазе бутонизации						
2	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	21,4	7,8	52,0	33,0
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	19,4	6,7	54,2	32,0
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	24,0	8,9	52,0	34,3
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	23,8	8,5	50,8	31,6
Обработка растений в фазе цветения						
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	35,4	14,0	35,8	19,2
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	33,6	13,3	33,0	16,5
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	38,4	18,1	36,4	19,7
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	39,0	18,5	33,6	16,0
Обработка растений в фазе зеленого стручка						
10	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	46,0	28,1	24,4	9,6
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	47,0	26,6	19,8	8,2
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	50,0	30,3	26,3	11,4
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	45,7	23,6	19,0	7,3

Приложение Ж.2 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на горчице сарептской яровой, (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			P, %	R, %	P, %	R, %
1	2	3	4	5	6	7
1	Контроль (без обработки)	-	52,0	34,0	58,0	44,0

## Продолжение приложения Ж.2

1	2	3	4	5	6	7
Обработка растений в фазе бутонизации						
2	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	20,4	6,5	50,2	30,8
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	20,8	6,8	50,0	30,4
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	22,7	8,8	54,0	32,1
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	23,6	8,8	50,6	30,8
Обработка растений в фазе цветения						
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	31,8	13,6	34,0	17,6
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	30,5	13,3	32,8	16,3
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	32,3	14,0	35,2	18,0
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	36,7	15,3	31,4	14,5
Обработка растений в фазе зеленого стручка						
10	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	48,6	26,5	19,2	8,8
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	47,3	25,1	19,0	7,9
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	51,0	33,3	25,8	11,4
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	44,2	21,1	18,0	6,6

Приложение Ж.3 – Распространенность (Р, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на горчице белой яровой, (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			Р, %	R, %	Р, %	R, %
1	2	3	4	5	6	7
1	Контроль (без обработки)	-	55,3	38,0	53,2	40,2
Обработка растений в фазе бутонизации						
2	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	18,0	7,2	48,4	29,7
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	15,8	5,7	47,2	28,1
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	24,5	10,0	48,0	28,5
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	26,4	11,4	47,2	28,1
Обработка растений в фазе цветения						
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	28,7	14,4	30,5	14,5
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	30,6	13,0	31,6	15,3

## Продолжение приложения Ж.3

1	2	3	4	5	6	7
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	34,2	16,3	34,2	18,1
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	37,4	17,1	28,4	13,7
Обработка растений в фазе зеленого стручка						
10	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	50,2	30,4	20,0	7,6
11	Азоксистробин, КС (120 + 200 г/л)	0,8	48,2	26,6	17,4	6,8
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	50,7	31,5	25,0	10,0
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	48,7	26,6	17,6	6,4

Приложение Ж.4 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на горчице черной яровой, (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			P, %	R, %	P, %	R, %
1	Контроль (без обработки)	-	50,4	35,0	58,6	40,8
Обработка растений в фазе бутонизации						
2	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	17,6	7,4	49,0	29,4
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	18,0	6,0	49,7	29,4
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	22,4	8,8	51,0	30,0
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	20,1	8,0	50,6	30,2
Обработка растений в фазе цветения						
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	34,8	14,7	34,2	17,5
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	33,5	13,7	32,0	15,1
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	38,4	16,1	32,5	16,3
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	36,8	14,3	28,0	13,4
Обработка растений в фазе зеленого стручка						
10	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	45,2	23,8	19,8	7,7
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	48,4	26,3	18,5	7,0
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	48,6	26,6	25,4	10,6
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	45,8	23,8	17,5	6,1

Приложение Ж.5 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на рыжике яровом, (степная зона Западного Предкавказья, 2018-2020 гг.)

№	Вариант	Норма применения препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			P, %	R, %	P, %	R, %
1	Контроль (без обработки)	-	50,8	40,0	51,0	39,0
Обработка растений в фазе бутонизации						
2	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	23,2	8,8	50,0	35,2
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	22,0	8,0	48,7	28,5
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	27,8	11,2	50,4	35,2
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	29,6	12,4	47,0	28,1
Обработка растений в фазе цветения						
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	36,2	14,8	31,4	15,6
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	32,4	13,6	31,6	15,2
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	37,0	16,0	32,0	16,4
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	38,5	17,2	27,4	12,1
Обработка растений в фазе зеленого стручка						
10	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)	1,0	46,7	29,6	20,2	7,8
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	46,0	28,8	17,2	6,6
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	45,6	28,0	26,7	11,0
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	47,5	31,2	18,0	7,0

## Приложение 3

## Акт о внедрении в производство научных результатов

Приложение 3.1 – Акт о внедрении в производство научных результатов  
(на рапсе озимом сорт Лорис)

<p>УТВЕРЖДАЮ: Зам. директора ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК по производственным вопросам и семеноводству  В.С. Домакин 18 сентября 2023 г.</p> 	<p>УТВЕРЖДАЮ: Генеральный директор ПАО «Племзавод им. В.И. Чапаева»  Ю.Н. Усачев 15 сентября 2023 г.</p> 
---	---

**АКТ**  
о внедрении в производство научных результатов  
докторской диссертационной работы Сердюк О.А.

Комиссия, в составе агронома ПАО «Племзавод им. В.И. Чапаева» Дорохова В.Г., начальника управления промышленного семеноводства ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, кандидата сельскохозяйственных наук Камардина В.А., ведущего научного сотрудника отдела селекции рапса и горчицы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, кандидата сельскохозяйственных наук Сердюк О.А. составила настоящий акт о том, что в 2022-2023 гг. в ПАО «Племзавод им. В.И. Чапаева» (Динской р-н, ст. Васюринская) внедрена в производство система защитных мероприятий рапса озимого против комплекса болезней (фомоз, альтернариоз). Проведенные производственные испытания подтвердили данные научных исследований Сердюк О.А. по применению системы защиты рапса озимого от вредоносных болезней.

Для проведения производственных испытаний посев рапса озимого сорт Лорис производили на двух участках по 10 га: контроль и с применением химических фунгицидов.

В систему защитных мероприятий входили следующие элементы:

- предпосевная обработка семян протравителем Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) с нормой расхода 12,5 л/т;
- двукратное опрыскивание вегетирующих растений препаратом Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол + 125 г/л тебуконазол) в фазах розетки (осенью) и бутонизации (весной) с нормой расхода 0,6 и 0,8 л/га соответственно;
- однократное опрыскивание вегетирующих растений препаратом Пиктор, КС (200 г/л боскалид + 200 г/л димоксистробин) в фазе зеленого стручка с нормой расхода 0,5 л/га.

Результаты производственных испытаний представлены в таблице.

## Продолжение приложения 3.1

Таблица – Результаты производственных испытаний эффективности системы защитных мероприятий против комплекса болезней на рапсе озимом, сорт Лорис

Показатель	Значение показателя при использовании системы защитных мероприятий
Урожайность в контроле, т/га	2,82
Урожайность при применении защитных мероприятий, т/га	3,39
Сохраненный урожай, т/га	0,57
Стоимость сохраненного урожая, руб.	28 500
Затраты на применение препаратов и уборку дополнительного урожая в расчете на 1 га, руб.	9 214
Условный чистый доход на 1 га, руб.	19 286
Рентабельность производства, %	67,7
Окупаемость дополнительных затрат, раз	3,1

В результате проведенных производственных испытаний показатель сохраненного урожая рапса озимого составил 0,57 т/га, что является существенным превышением контроля. Рентабельность производства составила 67,7 %, а условный чистый доход на 1 га – 19 286 руб., что привело к окупаемости дополнительных затрат в 3,1 раза.

Следовательно, применение системы защитных мероприятий посевов рапса озимого от комплекса болезней, разработанной Сердюк О.А., с использованием указанных химических фунгицидов является высокоэффективным и высокорентабельным.

Агроном  
ПАО «Племзавод им. В.И. Чапаева»

Дорохов В.Г.

Начальник управления  
промышленного семеноводства  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
канд. с.-х. наук

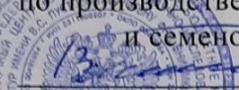
Камардин В.А.

Вед. науч. сотр.  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
канд. с.-х. наук

Сердюк О.А.

14 сентября 2023 г.

Приложение 3.2 – Акт о внедрении в производство научных результатов  
(на горчице сарептской яровой сорт Юнона)

УТВЕРЖДАЮ:  
Зам. директора ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
по производственным вопросам  
и семеноводству  
  
В.С. Домахин  
25 октября 2023 г.



УТВЕРЖДАЮ:  
Генеральный директор  
ЗАО "ФЭС-Семена"  
  
Е.Н. Казьмин  
23 октября 2023 г.



АКТ

о внедрении в производство научных результатов  
докторской диссертационной работы Сердюк О.А.

Комиссия, в составе главного агронома ЗАО "ФЭС-Семена" Олейникова А.Н., начальника управления промышленного семеноводства ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, кандидата сельскохозяйственных наук Камардина В.А., ведущего научного сотрудника отдела селекции рапса и горчицы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, кандидата сельскохозяйственных наук Сердюк О.А. составила настоящий акт о том, что в 2023 г. в ЗАО "ФЭС-Семена", расположенного в Ставропольском крае, Шпаковском районе внедрена в производство система защитных мероприятий посевов горчицы сарептской против комплекса болезней (фузариозное увядание, альтернариоз). Проведенная производственная апробация подтвердила данные, полученные в результате научных исследований по применению системы защиты горчицы сарептской от болезней.

Для проведения производственных испытаний было выделено два участка по 10 га: контроль и с применением химических препаратов. Внедрение системы защитных мероприятий производилось на сорте горчицы сарептской Юнона. В систему мероприятий входили следующие элементы:

- предпосевная обработка семян протравителем Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) с нормой расхода 12,5 л/т;
- двукратное опрыскивание вегетирующих растений препаратом Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол) с нормой расхода 0,8 л/га.

Результаты производственных испытаний представлены в таблице.

## Продолжение приложения 3.2

Таблица – Результаты производственных испытаний эффективности системы защитных мероприятий против комплекса болезней на горчице сарептской, сорт Юнона

Показатель	Значение показателя при использовании системы защитных мероприятий
Урожайность в контроле, т/га	2,04
Урожайность при применении защитных мероприятий, т/га	2,58
Сохраненный урожай, т/га	0,54
Стоимость сохраненного урожая, руб.	35 100
Затраты на применение препаратов и уборку дополнительного урожая в расчете на 1 га, руб.	5 451
Условный чистый доход на 1 га, руб.	29 649
Рентабельность производства, %	84,5
Окупаемость дополнительных затрат, раз	6,4

Внедрение результатов научно-исследовательской работы по изучению системы защиты посевов горчицы сарептской от фузариозного увядания и альтернариоза позволило повысить урожайность культуры на 0,54 т/га, при этом уровень рентабельности составил 84,5 %, условный чистый доход на 1 га – 29 649 руб., что обусловило окупаемость дополнительных затрат в 6,4 раза.

Таким образом, использование системы защитных мероприятий посевов горчицы сарептской от комплекса болезней, разработанной Сердюк О.А., с использованием указанных химических препаратов является высокоэффективным и высокорентабельным.

Главный агроном  
ЗАО "ФЭС-Семена"

Олейников А.Н

Начальник управления  
промышленного семеноводства  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
канд. с.-х. наук

Камардин В.А.

Вед. науч. сотр.  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
канд. с.-х. наук

Сердюк О.А.

20 октября 2023 г.

## Приложение И

Влияние микроудобрений на распространенность (P, %) и развитие (R, %) фузариозного увядания на яровой горчице сарептской, (степная зона Западного Предкавказья, 2020-2022 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/га, кг/га	Способ внесения микроудобрения	Фузариозное увядание	
			P, %	R, %
Контроль (б/о)	-	-	26,5±2,0	14,0±1,2
Cu, Zn, B, Mo	0,3	Корневая подкормка	24,5±3,2	12,0±0,8
Cu, Zn	0,3		27,0±1,8	15,0±1,1
Mg, S	2,0	Некорневая подкормка	30,0±2,4	17,5±2,0
Mg, S + B	2,0		28,0±3,5	15,5±1,4
Аминокислоты + Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo	2,0		27,0±2,0	15,0±1,2