

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 биологических наук

Краснодар – 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	20
1.1 Инфекционные болезни масличных культур семейства Капустные.....	20
1.2 Микромицеты как составляющая часть комплекса микроорганизмов различных почв.....	43
1.3 Элементы интегрированной защиты агроценозов сельскохозяйственных культур от инфекционных болезней.....	50
1.3.1 Фитосанитарный мониторинг состояния агроценозов сельскохозяйственных культур.....	51
1.3.2 Селекционный метод защиты агроценозов сельскохозяйственных культур от инфекционных болезней.....	57
1.3.3 Химический метод защиты агроценозов сельскохозяйственных культур от инфекционных болезней.....	69
2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	77
2.1. Почвенно-климатические условия места проведения исследований.....	77
2.2 Материал и методы проведения исследований.....	80
3 МОНИТОРИНГ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....	93
3.1 Совершенствование метода проведения мониторинга фитосанитарного состояния агроценозов масличных культур семейства Капустные.....	93
3.2 Видовой состав комплекса возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.....	102

3.3	Биоэкологические особенности проявления инфекционных болезней на растениях масличных культур семейства Капустные.....	113
3.4	Влияние увлажнения территории на поражаемость агроценозов масличных культур семейства Капустные инфекционными болезнями.....	142
4	ВРЕДНОСНОСТЬ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....	163
5	КОМПЛЕКС ПОЧВЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ В АГРОЦЕНОЗАХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....	180
5.1	Особенности видового состава почвенных микромицетов.....	180
5.2	Влияние масличных культур семейства Капустные на обилие почвенных микромицетов.....	182
5.3	Влияние химических протравителей на содержание микромицетов в почве.....	192
6	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОРАЖЕНИЮ БОЛЕЗНЯМИ.....	196
6.1	Оценка устойчивости масличных культур семейства Капустные к поражению болезнями в полевых условиях.....	196
6.1.1	Оценка устойчивости рыжика озимого к пероноспорозу в полевых условиях.....	198
6.1.2	Оценка устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу в полевых условиях.....	203
6.1.3	Оценка устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к поражению фомозом в полевых условиях при искусственном инфицировании.....	210
6.1.4	Оценка устойчивости яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика к фузариозному	

увяданию в полевых условиях.....	212
6.2 Оценка устойчивости масличных культур семейства Капустные к поражению болезнями в лабораторных условиях при искусственном инфицировании возбудителями болезней.....	224
6.2.1 Оценка устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу в лабораторных условиях при искусственном инфицировании возбудителем болезни.....	225
6.2.2 Оценка устойчивости яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика к фузариозному увяданию в лабораторных условиях при искусственном инфицировании возбудителем болезни.....	231
6.3 Определение фитотоксичности грибов <i>Leptosphaeria maculans</i> (Desm.) Ces. et. De Not и <i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Synd. et Hans. в лабораторных условиях .....	242
7 БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ЗАЩИТЫ АГРОЦЕНОЗОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....	250
7.1. Предпосевная обработка семян масличных культур семейства Капустные фунгицидными протравителями.....	252
7.1.1 Влияние фунгицидных протравителей на внутреннее инфицирование и лабораторную всхожесть семян масличных культур семейства Капустные.....	252
7.1.2 Влияние фунгицидных протравителей на биометрические параметры проростков масличных культур семейства Капустные.....	258
7.2 Обработка вегетирующих растений масличных культур семейства Капустные фунгицидами.....	273
7.2.1 Влияние фунгицидов на пораженность инфекционными болезнями вегетирующих растений озимых рапса и горчицы сарептской.....	274

7.2.2 Влияние фунгицидов с ретардантным действием на перезимовку озимых рапса и горчицы сарептской.....	286
7.2.3 Влияние фунгицидов на пораженность инфекционными болезнями вегетирующих растений яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика.....	290
7.3 Оптимизация системы химических защитных мероприятий агроценозов масличных культур семейства Капустные от комплексов инфекционных болезней.....	303
<b>8 УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ СИСТЕМА ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ.....</b>	<b>311</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>318</b>
<b>ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ.....</b>	<b>323</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>324</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>390</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А Погодные условия в месте проведения исследований за 2011-2023 гг.....</b>	<b>391</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б Средняя масса стручка здоровых и пораженных болезнями в разной степени растений масличных культур семейства Капустные.....</b>	<b>404</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В Содержание микромицетов в почве агроценозов масличных культур семейства Капустные.....</b>	<b>408</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г Авторское свидетельство. Горчица сарептская Галатея.....</b>	<b>412</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д Распространенность, развитие болезней на озимых рапсе и горчице сарептской.....</b>	<b>413</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Е Схема опыта по испытанию фунгицидов против фомоза на рапсе озимом (двукратная обработка).....</b>	<b>415</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Схема опыта по изучению биологической эффективности фунгицидов на яровых масличных культурах семейства</b>	

Капустные против фузариозного увядания и альтернариоза.....	416
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Распространенность, развитие болезней на яровых масличных культурах семейства Капустные.....	417
ПРИЛОЖЕНИЕ И Схема опыта по изучению влияния системы защитных химических мероприятий на пораженность посевов рапса озимого и горчицы сарептской яровой болезнями.....	422
ПРИЛОЖЕНИЕ К Акт о внедрении в производство научных результатов.....	423

## ВВЕДЕНИЕ

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, Khatun, Liu, Barkla, 2018; Brassicaceae Mustards: Traditional..., 2018). Их возделывают, в первую очередь, для получения масла, используемого в пищевой, технической и химико-фармацевтической отраслях промышленности (Дудченко, Козьяков, Кривенко, 1989; Перспективная ресурсосберегающая..., 2010; Development of white..., 2012; Campbell, Rossi, Erskine, 2013; Горлов, Трубина, 2015; Gupta, 2016; Селекция горчицы и рыжика..., 2016; Горлов, Трубина, 2016; Chaturvedi, Bhattacharya, Khare, 2017; The effect of different..., 2019; Трубина, 2019; Горчица белая..., 2020; *Brassica nigra*..., 2020). Жмых (шрот) рапса, горчицы и рыжика является качественным высокобелковым кормом для животных (Бочкарева, Сердюк, 2000; Сердюк, Бочкарева, Горлов, 2007; Effect of replacing calcium salts..., 2011; Чекмарев, Смирнов, Прахова, 2013; Ecological estimation..., 2017; Chen, Bian, Rapp, 2019; Das, Bhattacharya, Ghosh, 2020).

Кроме этого, масличные культуры семейства Капустные обладают отличительными особенностями:

- в масле рапса наиболее оптимальное соотношение незаменимых омега-3 и омега-6 жирных кислот (The Rapeseed Potential..., 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 (Cause and duration..., 2009; Воловик, Медведева, Леонидова, 2011), а также как кормовое растение – зеленая масса хорошо силосуется (Мерлин, 2008);

- экстракт семян горчицы черной обладает антипролиферативным эффектом против клеток рака легких человека (Ahmed, Hussein, Ahmed, 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 (Harveson, Santra, Putnam, 2011; Lipidomic changes of LDL..., 2021).

**Актуальность исследований.** Почвенно-климатические условия степной зоны Западного Предкавказья благоприятны для возделывания большинства сельскохозяйственных культур, в том числе и масличных, среди которых одно из ведущих мест занимают культуры семейства Капустные. Условия региона позволяют выращивать озимую и яровую форму рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицу белую и горчицу черную (существует только яровая форма этих видов горчицы).

Одним из основных препятствий для получения высококачественного урожая семян масличных культур семейства Капустные являются инфекционные болезни, поражению которыми подвержены посевы культур в течение вегетации: фомоз, альтернариоз, фузариоз, склеротиниоз и др., которые наносят вред качественным и количественным характеристикам урожая, подчас существенный, и не позволяют культурам реализовать свой потенциал полностью (Chemical defenses..., 2002; Сердюк, 2005; Сердюк Горлов, Трубина, 2015; Сердюк, Шипиевская, Трубина, 2016; Dixit, Jangid Grover, 2020). Вредоносность болезней увеличивается в зависимости от степени поражения растений и количества больных растений в агроценозе и может достигать 50 % (Paul, 1992; Трубина, Горлова, Сердюк, 2020).

С целью уменьшения потерей урожая семян сельскохозяйственных культур производители применяют химические фунгициды (Bolton, Adam, 1992; First results..., 2000; Ijaz, Honermeier, 2012), а селекционеры проводят исследования по созданию сортов, проявляющих устойчивость или толерантность к болезням (Карпачев, 2006; Мамедова, 2010; Тарасевич, Колоколова, 2013).

Наиболее эффективно снизить вредоносность болезней сельскохозяйственных культур позволяет система интегрированной защиты (СИЗ) посевов, составляющими элементами которой являются разные методы. Современная СИЗ посевов сельскохозяйственных культур должна быть нацелена, в первую очередь, на экологическую безопасность.

Элементами системы интегрированной защиты растений 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).

В связи с этим важно осуществлять регулярный мониторинг для определения наиболее опасных болезней, регулярную оценку селекционного материала для поиска доноров устойчивости к болезням, использовать устойчивые сорта и малотоксичные химические средства защиты растений для обработки семян и вегетирующих растений культур, а также биологические препараты (Чулкина, Коняева, Кузнецова, 1987; Торопова, 2005; Чулкина, Торопова, Стецов, 2010; Постовалов, Макоеева, 2012; Маслиенко, Шипиевская, 2015; Постовалов, Григорьев, 2018).

В условиях степной зоны Западного Предкавказья в 2009 г. была предложена интегрированная система защиты посевов рапса от вредителей и болезней (Пивень, Горлов, Семеренко, 2009). Однако применение ее элементов (агротехнические и химические приемы) не способствовало эффективному уменьшению негативного влияния опасных болезней на качественные и количественные показатели урожая семян культуры. Кроме этого, защита посевов рыжика и разных видов горчицы от вреда, наносимого урожаю семян болезнями, осуществлялась только с применением химического метода, что не всегда давало возможность культурам реализовать свой потенциал урожайности.

В связи с этим, комплексные исследования по изучению фитосанитарного состояния посевов, биоэкологических особенностей проявления болезней, методов и способов защиты озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной с целью усовершенствования системы ограничения пораженности посевов доминирующими болезнями и снижения их вредоносности являются актуальными.

**Степень разработанности темы.** Изучением видового состава, биоэкологических особенностей возбудителей, распространенности, развития и вредоносности болезней масличных культур семейства Капустные, симптоматикой их проявления, в разных странах занимались: В.И. Билай (1973, 1977), А.А. Милько (1974), Н.М. Пидопличко (1977), С. Lamarque (1983), В.Ф. Пересыпкин (1986, 1989), М. Grontoft (1986), E. Koch, H.A. Badawy, H.H. Norpe (1989), И.Л. Марков (1991), Л.Г. Портенко (1997, 1998), P. Berto (1999), 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 и др. (2018).

Фитосанитарному мониторингу, проблемам возделывания устойчивых сортов, применения химических препаратов для защиты посевов сельскохозяйственных культур, изучению видового состава почвенных микромицетов свои исследования посвятили М.А. Литвинов (1967), Д.Г. Звягинцев (1987), Г.Ф. Першина, Л.Т. Тимина (1989), H.A. Lamey (1995, 1996), Ю. М. Возняковская (1995), В.И. Абеленцев (1998), S.M. Coakley, H. Scherm, S. Chakraborty, (1999), Г.Ф. Монахос (2000), К.Л. Алексеева, Е.А. Иванцова (2009), В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов (2010), H.X. Мамедова (2010), М.М. Левитин (2012), А.А. Постовалов (2012, 2018, 2021), А.А. Тарасевич, H.H. Колоколова (2013), М.И. Иванова (2015), С.В. Лукин (2016), В.И. Долженко (2018).

**Цель работы** заключалась в усовершенствовании системы интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные от инфекционных болезней в условиях степной зоны Западного Предкавказья, основанной на мониторинге фитосанитарного состояния агроценозов с оценкой

биоразнообразия патогенов, использовании устойчивого к болезням селекционного материала и малотоксичных химических препаратов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Усовершенствовать методику проведения фитомониторинга и оценить фитосанитарное состояние агроценозов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.

2. Установить видовой состав патогенных организмов, выявить биоэкологические особенности проявления инфекционных болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.

3. Определить влияние комплекса погодных условий на распространенность инфекционных болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.

4. Изучить вредоносность инфекционных болезней масличных культур семейства Капустные.

5. Определить структуру комплексов почвенных микромицетов в агроценозах масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья.

6. Усовершенствовать метод полевой оценки селекционного материала масличных культур семейства Капустные на устойчивость к доминирующим инфекционным болезням на естественном инфекционном фоне.

7. Усовершенствовать метод лабораторной оценки селекционного материала яровых рапса и горчицы сарептской, разработать метод лабораторной оценки селекционного материала яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика на устойчивость к фузариозному увяданию с разработкой шкалы степени поражения растений болезнью.

8. Усовершенствовать метод лабораторной оценки селекционного материала рапса озимого, разработать метод лабораторной оценки селекционного материала горчицы сарептской на устойчивость к фомозу с разработкой шкалы степени поражения растений болезнью.

9. Разработать метод лабораторной оценки устойчивости масличных культур семейства Капустные к фомозу и фузариозному увяданию с использованием культуральной жидкости грибов *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not и *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans.

10. Изучить влияние химических протравителей на посевные качества семян и биометрические характеристики проростков масличных культур семейства Капустные.

11. Установить эффективность использования химических препаратов с целью снижения вредоносности инфекционных болезней вегетирующих растений масличных культур семейства Капустные.

12. Оптимизировать систему химических защитных мероприятий масличных культур семейства Капустные от комплексов инфекционных болезней.

13. Усовершенствовать систему интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные, эффективно снижающую распространенность, развитие и вредоносность инфекционных болезней в агроценозах и обеспечивающую оптимальные условия для формирования стабильно высокого урожая изученных культур.

**Научная новизна.** В современных условиях в степной зоне Западного Предкавказья проведены комплексные исследования по усовершенствованию системы интегрированной защиты агроценозов масличных культур семейства Капустные, способствующей высокоэффективному ограничению распространения и развития патогенных микроорганизмов и включающей фитосанитарный мониторинг посевов, селекционный и химический методы.

Проведена инвентаризация современного видового состава возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные. Инфекционные болезни озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной вызывают представители отделов Oomycota (Подцарство SAR (Stramenopiles + Alveolata + Rhizaria)), Proteobacteria (Царство Bacteria), Ascomycota, Mucoromycota, Basidiomycota, Chytridiomycota (Царство Fungi),

типов Nematoda (Царство Animalia) и Tenericutes (Царство Bacteria). Отмечена разница между поражением рыжика ярового мучнистой росой, рыжика озимого пероноспорозом и другими культурами семейства Капустные.

Впервые определена структура почвенных микокомплексов в агроценозах масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Составляющими комплекса почвенных микромицетов агроценозов всех изученных культур являлись грибы родов *Trichoderma* Pers., *Fusarium* Link, *Penicillium* Link, *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Cladosporium* Link и *Mucor* Fresen. На количественный состав почвенной микобиоты оказывали влияние изученные культуры.

Разработана шкала степени устойчивости масличных культур семейства Капустные к болезням в полевых условиях, с использованием которой выделен селекционный материал культур, показавший себя устойчивым к доминирующим болезням. В 2023 г. в «Реестр селекционных достижений» включен сорт горчицы сарептской яровой Галатей, устойчивый к фузариозному увяданию (степень устойчивости 1-2 балла). На госсортоиспытание в 2024 г. передан сорт горчицы белой Пиканто, устойчивый к этой болезни.

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

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

Дано научное обоснование и доказана эффективность использования оптимизированной системы химических защитных мероприятий, включающей малотоксичные препараты для обработки семян и вегетирующих растений масличных культур семейства Капустные.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость работы заключается в усовершенствовании концепции интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные от

болезней, которая базируется на проведении фитосанитарного мониторинга агроценозов озимых и яровых масличных культур семейства Капустные, разработке шкал учета степени поражения растений болезнями, определении зависимости распространенности инфекционных болезней от гидротермических показателей, использовании устойчивого селекционного материала и малотоксичных химических фунгицидов с учетом фазы развития защищаемых культур. Установлено влияние возделываемой культуры на динамику численности патогенных и сапротрофных почвенных микромицетов.

Практическая значимость работы заключается в совершенствовании имеющихся и разработке новых методов оценки устойчивости селекционного материала к доминирующим инфекционным болезням в лабораторных и полевых условиях, оптимизации эффективных приемов химической защиты масличных культур семейства Капустные от наиболее вредоносных болезней.

**Методология и методы исследования.** 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), а также экспериментальные (полевые и лабораторные), в том числе и модифицированные методы исследований (Сеянинов, 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; Хохряков и др., 1984; Simmons, 2007).

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

1. Усовершенствованная методика проведения мониторинга фитосанитарного состояния агроценозов выявила спектр болезней озимых и яровых масличных культур семейства Капустные и наиболее вредоносные из них, сроки их появления в условиях степной зоны Западного Предкавказья.

2. Возбудители болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья относятся к отделам Oomycota

(Подцарство SAR (Stramenopiles + Alveolata + Rhizaria)), Proteobacteria (Царство Bacteria), Ascomycota, Mucoromycota, Basidiomycota, Chytridiomycota (Царство Fungi), типам Nematoda (Царство Animalia) и Tenericutes (Царство Bacteria). Видовой состав микромицетов в почве агроценозов масличных культур семейства Капустные представлен родами *Trichoderma* Pers., *Fusarium* Link, *Penicillium* Link, *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Cladosporium* Link и *Mucor* Fresen.

3. Полевая оценка селекционного материала масличных культур семейства Капустные с применением разработанной шкалы позволила выделить иммунный к пероноспорозу селекционный материал рыжика озимого, устойчивый к фомозу – озимых рапса и горчицы сарептской, фузариозному увяданию – яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика для включения его в процесс создания новых сортов культур.

4. Данные лабораторной оценки селекционного материала масличных культур семейства Капустные с применением модифицированных и разработанных методов соответствуют полевым данным, что позволяет проводить достоверную экспресс-оценку устойчивости большого количества селекционного материала к болезням в лабораторных условиях.

5. Оптимизированная система химической защиты агроценозов масличных культур семейства Капустные от вредоносных болезней является высокорентабельной.

6. Усовершенствованная система интегрированной защиты растений позволяет осуществлять контроль за фитосанитарной обстановкой в агроценозах масличных культур семейства Капустные и обеспечивать оптимальные условия для формирования стабильно высокого урожая изученных культур в степной зоне Западного Предкавказья.

**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); 9-ой международной научно-практической конференции «Защита растений от вредных организмов» (Краснодар, 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); 10-ой международной научно-практической конференции «Защита растений от вредных организмов» (Краснодар, 2021); 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 homologous 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); международной научно-практической конференции «Защита растений от вредных организмов» (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 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 67 печатных работ общим объемом 23,78 п.л. (личный вклад автора – 20,08 п.л.), которые отражают основное содержание диссертации, в том числе: 16 – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК РФ (из них – 11 в категории К1, К2, RSCI и 5 – в категории К3), 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 Авторское свидетельство на сорт горчицы сарептской Галатея.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, предложений селекционной практике и производству, списка литературы и приложений. Материалы исследований изложены на 426 страницах компьютерного текста, содержат 104 таблицы, 60 рисунков, 10 приложений. Список цитируемой литературы включает 518 источников, из них 218 – иностранных авторов.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность и глубокую признательность д-ру биол. наук Л.В. Маслиенко, д-ру биол. наук Н.И. Бочкареву, д-ру биол. наук Т.С. Антоновой, д-ру с.-х. наук Э.Б. Бочкаревой за ценные замечания и предложения, оказание консультативной помощи в написании диссертационной работы, а также зав. отделом селекции рапса и горчицы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, канд. биол. наук Л.А. Горловой и зав. лабораторией селекции горчицы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, канд. с.-х. наук В.С. Трубиной за оказанную помощь и поддержку в решении поставленных задач.

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Сельское хозяйство является важной отраслью для обеспечения жизнедеятельности человечества. Ожидается, что к 2050 г. население мира может превысить 9 миллиардов человек (Basma, Kwang-Hyun, 2022). Однако уже сейчас сельскохозяйственный сектор сталкивается с рядом глобальных проблем, включая изменение климата, наводнения, засухи и засоление почвы, что приводит к значительным потерям урожая сельскохозяйственных культур. Одним из основных препятствий для сельскохозяйственного прогресса и продовольственной безопасности во всем мире являются болезни растений, существенно снижающие качество и количество получаемой продукции. Потери продуктивности сельскохозяйственных культур от болезней достигают 20-40 % (Advanced spectroscopic techniques..., 2019).

В каждой природно-климатической зоне складывается свой комплекс болезней растений. Для сохранения потенциального урожая сельскохозяйственных культур необходимо знать видовой состав, биологические особенности и вредоносность фитопатогенов, вызывающих эти болезни, а также факторы внешней среды, оказывающие влияние на их распространение и развитие.

### 1.1 Инфекционные болезни 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 (Agronomic..., 2017; The Characterization..., 2020).

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 (Защита посевов рапса..., 2012; Защита рапса..., 2017; Сердюк, Трубина, Горлова, 2019; Вредные организмы..., 2020).

Наибольший вред вегетирующим растениям и семенам масличных культур семейства Капустные наносят представители царства Fungi (грибы). По данным Ю.Т. Дьякова и др., «грибы разрушают клеточную стенку с помощью ферментов. Разные грибы разрушают ее с неодинаковой интенсивностью. Одни грибы (некротрофы) выделяют много пектинолитического фермента, который разрушает стенки большей части поверхности клеток, вся ткань погибает. Другие грибы (сапротрофы) выделяют ферменты локально, в месте внедрения, вследствие чего образуется отверстие, через которое патоген проникает в растение. Пораженная клетка долго не погибает, патоген питается продуктами живой клетки, выделяя токсины, которые увеличивают проницаемость плазмалеммы» (Общая и сельскохозяйственная фитопатология, 1984).

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; The Characterization of 10 Spring..., 2020), на горчице белой – альтернариоза (Dixit, Jangid, Grover, 2020); в России описаны симптомы поражения рапса пероноспорозом, фомозом, белой ржавчиной, альтернариозом, мучнистой росой, склеротиниозом, серой гнилью, бактериозом, гетеродезом, фитоплазмозом, черной ножкой (Пересыпкин, Пожар, Корниенко, 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, Tewari, Hadziyev, 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, Ungaro, Olivera, 2005; Соколова, 2018; Wadud, Das, Khokon, 2021).

При поражении растений горчицы сарептской альтернариозом потери урожая семян могут составлять до 70 % (Gupta, Didwania, Singh, 2020), рапса – 20-42 % (Портенко, 1997; Постовалов, Маковеева, 2012). 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, Khan, Muheet, 1988; Сердюк, 2006; Адаптивные технологии возделывания..., 2010; Khan, Khan, Mohiddin, 2015).

Из растений рапса и горчицы выделяются *Alternaria brassicae* Sacc, *A. brassicicola* Wilts. (Schw.), *A. radicina* Meier, Drechsler & E.D. Eddy, *A. japonica* Yoshii (син. *A. raphani* Groves et Skolko), *A. alternata* (Fr.) Keissler и др. (Вредные организмы в посевах..., 2020).

Возбудители болезни проникают внутрь растений разными путями. Например, *A. brassicae* (полусапротроф) проникает в растение только через ранения и различные повреждения насекомыми (Марков, 1991), в то время как *A. brassicicola* напрямую проникает через кутикулу клеток растения-хозяина с помощью ряда серинэстераз, к числу которых принадлежит липаза (Berto, 1999).

В цикле развития грибов рода *Alternaria* существует сумчатая стадия – грибы родов *Pleospora* Rabenh. ex Ces. & De Not. или *Lewia* E.G.Simmons. Эта стадия представлена одиночными шаровидными черными псевдотециями с круглым устьицем, диаметром 0,2-0,5  $\mu$  (Вредные организмы в посевах..., 2020).

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. При температуре плюс 50 °С споры и мицелий погибают уже через 10 минут. Споры прорастают при относительной влажности воздуха  $> 90 \%$ , оптимум для прорастания и заражения – 96 % относительной влажности воздуха (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» (Вредные организмы в посевах..., 2020).

Восприимчивость к альтернариозу увеличивается с возрастом масличных культур семейства Капустные: растения горчицы в течение 20 дней после всходов устойчивы к заражению альтернариозом, но после этого периода их восприимчивость повышается. Grøntoft M. (1986) установил тесную корреляцию ( $r = 0,95$ ) между возрастом растений и поражением их альтернариозом у 82 сортообразцов различных видов крестоцветных культур (Grøntoft, 1986).

Известно, что искусственные регуляторы роста, задерживающие старение тканей, уменьшают восприимчивость созревающих растений к инфицированию альтернариозом. Вероятно, что и сокращение толщины эпикутикулярного слоя воска с увеличением возраста растения может также повышать восприимчивость растений к альтернариозу (Tsuneda, Skoropad, Tewari, 1976).

**Фузариоз** является одной из самых опасных болезней сельскохозяйственных культур в разных странах мира, резко снижающих их урожай (Билай, 1977; Маслиенко, Мурадасилова, 2000; Способность патогенных грибов..., 2009; Transcriptome profiling..., 2016; Соколова, 2018; Говердовская, Решетько, Брагина, 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, Kabsch, Verreet, 2002).

«Грибы рода *Fusarium* распространены повсюду и занимают различные экологические ниши. Они встречаются в форме мицелия в жизнеспособных тканях подземных и надземных органов растений; в виде спородохиев на надземных частях растений; аскоспор и конидий в воздухе; хламидоспор в почве и перитециев на растительных остатках» (Shyder, Toussoun, 1965).

Возбудители фузариозного увядания 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). Попадает инфекция в почву с растительными остатками. Основной резерватор и накопитель инфекции – падалица.

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, Gossmann, Büttner, 2007; Способность патогенных грибов..., 2009; Chapter 27 – Biomanagement..., 2021).

Ущерб, причиняемый болезнью, в значительной степени зависит от времени ее появления (Никоноренков, Портенко, Карпачев, 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 (Защита посевов рапса..., 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 (Epidemiology and management..., 2001; Howlett, 2004).

В Мексике поражение фомозом, вызываемым *L. maculans*, наносило огромный вред урожаю брокколи (Characterization and pathogenicity of..., 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; World-wide importance..., 2006). В Австралии потери урожая семян рапса от поражения болезнью достигали 48 % (Identification and characterization..., 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 (Relationship between pathogenicity..., 1991; Geographic variation..., 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, Badawy, Norpe, 1989; Sippel, Hall, 1995).

Первые признаки фомоза отмечаются на всходах рапса. На гипокотиле проростков, а также на семядолях вначале обнаруживаются различной формы водянистые пятна, которые позднее подсыхают и приобретают светло-серый или пепельный цвет. Через некоторое время в местах некрозов появляются черные пикниды возбудителя болезни (Сердюк, Бочкарева, Пивень, 2011).

На листьях признаками фомоза являются округлые серо-коричневые некрозы 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 R.D., 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, Бочкарева, Пивень, 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 (Вредные организмы в посевах..., 2020).

При температуре плюс 21-23 °С инкубационный период для изолятов *L. maculans* длится 5 суток, при 13 °С – увеличивается до 8 суток. Для изолятов *L. biglobosa* – 2 и 7 суток соответственно (Conditions for infection..., 1999).

Способствуют поражению фомозом чрезмерно ранние посевы рапса озимого и поздние – ярового (Gladders, Musa 1980). Интенсивность поражения фомозом возрастает в загущенных посевах. Благоприятствует патогенезу 100 % относительная влажность воздуха или капельно-жидкая влага на растениях (Марков, 1991).

Зимует патоген в виде грибницы и пикноспор на листьях рапса озимого, в виде пикнид и псевдоотециев на растительных остатках и грибницы в зараженных семенах (Брянцев, Доброзракова, 1958).

**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 (Comparative genotype reactions..., 2014; Response of canola..., 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, Steadman, Dickman, 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 (Защита посевов рапса..., 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, Tribodet, Renard, 1987).

Во время проникновения в ткани растения-хозяина патоген продуцирует большое количество некрозообразующего токсина – щавелевой кислоты (Godoy, Steadman, Dickman, 1990).

Численность склероциев в почве в значительной степени возрастает после сильного поражения патогеном чувствительных культур и снижается в условиях, неблагоприятных для развития болезни. В почве склероции могут сохраняться до 8 лет и служить источником инфекции (Lamarque, 1983).

Образование апотециев на рапсе озимом наибольшее при измельчении растительных остатков на поле в предыдущий сезон. Появление апотециев ускоряется при возделывании культуры без вспашки при минимальной обработке почвы (Archer, Mitchell, Wheller, 1992).

**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 (Phytoplasmas: bacteria that..., 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)* (Comparison of phytoplasmas..., 1998; Lee, Davis, 2000).

Так, в Мьянме при изучении причины возникновения карликовости тыквы выявлено, что она вызвана патогенными фитоплазмами (Win, Kim, Jung, 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. (First report..., 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) (Seasonal Patterns of Aster..., 2013; Nashemi-Tameh, Baharm, Zirak, 2014; Region and Field Level..., 2017).

Эта группа фитоплазм также вызывает болезни растений масличных культур семейства Капустные. В 1993 г. во Франции был зарегистрирован фитоплазмоз на рапсе (*Candidatus Phytoplasma asteris...*, 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, Ашмарина, Коняева, 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, 1869). Карликовость растений выражается в укорочении центральной и боковых ветвей. При этом отмечается скученность цветоножек на укороченных побегах. Стручки на таких растениях не образуются (Симптомы проявления..., 2017).

«Фитоплазмы по внутреннему строению клетки и биологии во многом подобны бактериям, не имеют настоящего ядра, диаметр клеток – 0,1-1,0 м. В отличие от бактерий, фитоплазмы не имеют клеточной стенки, их клетка отделена только трехслойной мембраной. Вследствие этого они не имеют определенной формы, она может варьировать от округлой и овальной до вытянутой, гантелевидной в зависимости от внешних условий. В естественных условиях эти патогены являются облигатными паразитами. Фитоплазмы заселяют, главным образом, флоэму, в частности, ситовидные трубки, и системно распространяются по растению. С растения на растение фитоплазмы переносятся цикадками. С семенами инфекция не распространяется. Сохраняются фитоплазменные тела в зимующих растениях» (Брянцев, Доброзракова, 1963).

**Вертициллезное увядание.** 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; Anamorphic fungi, 2008).

Возбудитель болезни причиняет значительный вред овощным (картофель, паприка, баклажаны, шпинат, салат, латук и др.), бахчевым (дыня) и техническим культурам (хлопок, подсолнечник, рыжик) в странах Европы, Северной Африки, Ближнего Востока, США и РФ. Потери урожая культур достигают 22,0-62,0 % (First report of *Verticillium* wilt ..., 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 (Защита посевов рапса..., 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).

Источник инфекционного начала *V. dahliae* – послеуборочные пораженные остатки рапса и других поражаемых культур, содержащие микросклероции гриба (Agrio, 2005).

В литературе встречается информация о том, что вертициллезное увядание растений рапса вызывает вид *Verticillium longisporum* (C. Stark) Kararara, 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 (First report of *Verticillium dahliae* Kleb..., 2017).

**Пепельная гниль** на разных сельскохозяйственных культурах вызывается грибом *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid (Sexton, Hughes, Wise, 2016;

Ahmed, Ahmed, AL-Bably, 2018; Secretome analysis..., 2023; Effects of chemical inhibition..., 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 (Защита посевов рапса..., 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, Бочкарева, Пивень, 2011).

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).

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. Развитие болезни особенно сильное при недостатке в почве калия. Источником инфекции являются пораженные растительные остатки, на которых зимуют микросклероции, сохраняющиеся в почве до 5-6 лет (Защита посевов рапса..., 2012).

**Пероноспороз**, или **ложная мучнистая роса**, вызывается грибами рода *Peronospora*. Болезнь опасна для многих культур в разных странах в районах с достаточным увлажнением (Virulence and diversity..., 2013), в том числе, и для рапса (Comparative analysis of draft..., 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» (Грибные болезни ярового рапса..., 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, Бочкарева, Пивень, 2011).

Мицелий патогена распространяется по межклетникам тканей растений, а на поверхность через устьица выходят конидиеносцы с конидиями, которые образуют налет. Кроме конидиального спороношения, в пораженных тканях растений образуются шаровидные, 25-30 мкм в диаметре, ооспоры (Пересыпкин, 1989).

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, Klodt-Bussmann, Dapprich, 1998).

Оптимальной температурой для распространения спор возбудителя болезни является плюс 5-15 °С, для развития – 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; Klodt-Bussmann, Dapprich, 1998).

В зимний период возбудитель пероноспороза сохраняется на пораженных растительных остатках в виде ооспор, также сохраняется мицелий на зимующих растениях рапса озимого. На ней весной после перезимовки снова

формируются конидиеносцы с конидиями, которые разносятся ветром, с каплями дождя и также служат источником инфицирования растений рапса весной (Артемов, 1989).

Возбудитель *белой ржавчины* *Albugo candida* (Pers.) Kuntze поражает многие виды растений семейства Капустные (Infection of Arabidopsis..., 2000; Choi, Hong, Shin, 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» лопается, и выступает порошастая масса спор. Стручки на таких ветвях не образуются. Наиболее интенсивно болезнь развивается в годы с холодной затяжной весной. (Сердюк, Бочкарева, Пивень, 2011).

Развитие мицелия патогена происходит в межклетниках тканей рапса, затем он внедряется в клетки многочисленными пузырьвидными гаусториями. На мицелии образуются булавовидные вздутые зооспорангиеносцы длиной 25-35  $\mu$ . На их поверхности в виде цепочки отчленяются округлые или слегка угловатые зооспорангии, 10-20  $\mu$  в диаметре, имеющие тонкую равномерную оболочку, в которых образуются зооспоры. Зооспоры имеют ростковые трубочки, которые проникают в ткани растений через устьица, а иногда в местах ранений (Пересыпкин, Пожар, Корниенко, 1986).

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, 1963).

**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; *Botrytis cinerea* causes..., 2022;

Antifungal activity ..., 2023). Возбудитель болезни – *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 (Грибные болезни ярового рапса ..., 2003).

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

Возбудитель серой гнили зимует в почве на растительных остатках в виде фрагментов мицелия, конидий и склероциев. Склероции гриба после периода покоя прорастают при наличии капельной влаги при температуре плюс 2-30 °С (оптимальная температура плюс 17-27 °С) с образованием апотеций с аскоспорами. Склероции способны сохраняться в неблагоприятных условиях до 8 лет (Защита посевов рапса..., 2012).

У возбудителя **мучнистой росы**, рода *Erysiphe*, известно 36 видов: *E. lonicerae*, *E. magnifica*, *E. symphoricarpi*, *E. pisi* и др. (Cook, Braun, 2011). Болезнь наносит урон урожаю яблонь (Долгиев, 2008), роз (Миско, 1989; 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, Чапалда, Перевалова, 2023).

На масличных культурах семейства Капустные, в частности рапсе, выявлен патоген *Erysiphe communis* Grev. f. *brassicae* Hammar L. (анаморфа –

*Oidium erysipoides* 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 (Адаптивные технологии..., 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 (клейстотециями). Внутрь стебля и стручков мицелий возбудителя проникает в крайне редких случаях (Сердюк, Бочкарева, Пивень, 2011).

В летний период гриб образует конидиальное спороношение, а к концу вегетации – сумчатое. У конидиальной стадии *Oidium erysipoides* Fr. конидиеносцы простые, на них находятся конидии в коротких цепочках, размеры 27-50 x 15-17 м. Сумчатая стадия формируется в виде коричневых шаровидных клейстотециев диаметром 65-180 м. Сумка в клейстотеции одна, крупная, почти шаровидная, диаметром 70-90 м. Аскоспоры бесцветные, эллипсоидальные, размером 20-28 x 12-18 м, по 8 штук в сумке. Мицелий патогена многоклеточный, располагается на поверхности органов растений, а во внутрь заходят гаустории, при помощи которых он получает питательные вещества. Первичное заражение растений вызывают сумки с сумкоспорами, выбрасываемые весной из перезимовавших на пораженных растительных остатках клейстотециев. Распространяющийся воздушным путем гриб заражает растения рапса во время цветения. Во время вегетации растений гриб распространяется при помощи конидий (Пересыпкин, Пожар, Корниенко, 1986).

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).

**Бактериоз** как вредоносная болезнь встречается на многих сельскохозяйственных культурах, например, картофеле (Эль Хатиб, 1977; Ерохова, Дренова, 2014), капусте (Vicente, Holub, 2013), а также листовых

деревьях: клена остролистного, липы сердцевидной, сирени обыкновенной, жасмина (Бороздина, 2010). Негативное влияние бактериоза на урожай семян зависит от степени развития болезни: 10 до 20 % (Защита посевов рапса..., 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» (Пересыпкин, Пожар, Корниенко, 1986).

Бактерии *X. campestris* и *P. fluorescens* являются облигатными аэробами. Размеры бактерий *X. campestris* 0,5-0,8 x 1,0-2,0 мкм. Колонии обычно желтого цвета, гладкие, маслянистые или клейкие (Vicente, Holub, 2013). Размеры бактерий *P. fluorescens* 0,4-0,7 × 0,7-2,0 мкм. Культура бактерии образует водорастворимый зеленовато-желтый флуоресцирующий пигмент, который проникает в субстрат. Характерной особенностью *P. fluorescens* является внешняя микроструктура колоний: при малом увеличении микроскопа поверхность колоний имеет характерное сетчатое или ячеистое строение (Смирнов, Киприанова, 1990; Эльхедми, Элькаиб, Леонтьев, 2015).

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, Пожар, Корниенко, 1986). Часто возбудители бактериоза выделяются с растений, пораженных также и фузариозом. Источниками распространения бактерий *X. campestris* и *P. fluorescens* являются остатки пораженных корней рапса и других капустных культур. Переносчиками инфекции

являются насекомые (весенняя капустная муха, рапсовый пилильщик и др.). Установлено, что возбудители бактериоза не распространяются с семенами рапса (Пересыпкин, 1989).

*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, Mundo-Ocampo, Baldwin, 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; Identification of *Heterodera*..., 2022), а потеря урожая может достигать 50 % (Curto, 1963). Эта нематода была выявлена на китайской капусте в Южной Корее (Characterization of 15 microsatellite..., 2016 г.) и цветной капусте в Иордании (Morphological and morphometrical..., 2016 г.).

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 (Защита посевов рапса..., 2012).

По данным В.Ф. Пересыпкина и др. (1986), «гетеродез на рапсе проявляется в июне-июле в виде очагов угнетенных растений. Главный корень отстаёт 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» (Пересыпкин, Пожар, Корниенко, 1986).

Нематода – круглый червь микроскопических размеров, является облигатным паразитом. Самка (0,31-0,89 x 0,19-0,67 мм) лимоновидная белого цвета, самец (0,97-1,63 x 0,028-0,042 мм) червеобразный, прозрачный. Яйца овальные (0,122-0,14 x 0,049-0,053 мм). В них развиваются червеобразные личинки I, затем II возрастов (0,415-0,44 x 0,05-0,09 мм). Последние передвигаются во влажной почве (на расстояния до 30 см), отыскивают корни растений-хозяев и проникают в них. Здесь становятся неподвижными, питаются и превращаются в бутылковидных личинок III, затем лимоновидных IV возрастов. Последние развиваются в самок или самцов. Раздутое тело личинок IV возраста разрывает кору корня, и подвижные самцы выходят в почву, а задний конец самок доступен для оплодотворения. Яйца (от 100 до 300) самки откладывают постепенно. Самок с отложенными яйцами можно увидеть как маленькие белые точки на поверхности корня. Всего на рапсе развивается 2-3 поколения (Пересыпкин, Пожар, Корниенко, 1986).

В конце вегетации растений яйца с личинками остаются в теле отмершей самки с затвердевшими коричневыми покровами. Это цисты, которые опадают в почву. Личинки сохраняются в анабиозе до 9 лет без поражаемых растений. Рапс стимулирует размножение этого паразита, способствуя его накоплению (Пересыпкин, Пожар, Корниенко, 1986).

**Черную ножку** сельскохозяйственных культур вызывают: *Rhizoctonia solani* Kühn., *Olpidium brassicae* Wor., *Pythium debaryanum* R. Hesse. Гриб *Rh. solani* является патогеном, существенно снижающим урожай картофеля (Попов, Фильцов, 2020; Monazzah, Esfahani, Enferadi, 2020), томатов (Карпухин, Чапалда, Перевалова, 2023).

Возбудителем черной ножки свеклы в большинстве случаев является гриб *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, Ali, Ali, 2017).

Высокая численность в ризосфере рапса возбудителя черной ножки *O. brassicae* выявлена в Великобритании (Relationships between yield..., 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, Портенко, Карпачев, 1997), в Краснодарском крае – *Rh. solani*, *P. debarianum* (Бедловская, Горло, Дмитренко, 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, Пожар, Кониенко, 1986).

Мицелий *Rh. solani* сапрофитный в почве, паразитирует также на подземных органах растений, образуя темно-коричневые склероции размерами от 1,5 мм и меньше. Гифы коричневатые, местами почти бесцветные, 6-10 м толщиной. Зимуют они в почве и на растительных остатках (Sarлак, Poorhadi, 2022).

В цикле развития *O. brassicae* существует бесполое и половое размножение. Вегетативное тело представлено амебоидом, который в клетках питающего растения превращается в зооспорангий с тонкой бесцветной оболочкой. Весной зооспоры выходят на поверхность питающего растения. Зооспоры шаровидные, 3 мкм в диаметре, с одним жгутиком около 17 м

длиной. С их помощью происходит новое заражение растений. При половом размножении выходящие из разных зооспорангиев зооспоры попарно сливаются, образуя двужгутиковую зиготу, которая после периода покоя прикрепляется к поверхности клетки хозяина, покрывается оболочкой и превращается в цисту. Цисты бесцветные или светло-желтые, 8-25  $\mu$  в диаметре, с толстой бородавчатой оболочкой и густой протоплазмой. После периода покоя циста прорастает многочисленными первичными зооспорами, которые являются источником инфекции (Woronin, 1878; Lay, Hamel, St-Arnaud, 2018).

У *Ph. debaryanum* гифы ветвистые, 5 мкм в диаметре. Зооспорангии шаровидно-яйцевидные, верхушечные, в среднем 17  $\mu$  в диаметре, прорастающие ростковыми трубками или зооспорами. Оогонии гладкие, верхушечные или интеркалярные, обычно шаровидные, в среднем 20 мкм в диаметре. Антеридии по 1-6 на оогоний, моноклинные или диклинные. Ооспоры гладкие, в среднем 17  $\mu$  в диаметре, прорастающие ростковой трубкой (Shahid, Ali, Ali, 2017).

**Плесневение семян при хранении.** Во время уборки урожая может произойти заsporение 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, Schaffner, Yue, 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

семена 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, Белоглазова, Цикуниб, 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 (Вторичные метаболиты грибов..., 2002). Кроме этого, грибы этого рода выделяют циклопиазоновую и микофеноловую кислоты (Видовой состав и токсикологическая..., 2017). «Грибы рода *Aspergillus* образуют плоские пушистые колонии, сначала белого цвета, а затем, в зависимости от вида, разной окраски. Распространяются спорами размером  $3,3 \pm 0,3$  мкм, образующимися бесполом путем. Преобладающий тип конидий – фиалоспоры. Они образуются на фиалидах в базипетальных цепочках, а иногда собираются в ложные головки. Фиалиды расположены на обычно одиночных конидиеносцах, на вершине вздутых в виде пузыря различной формы» (Morphological changes..., 1980).

Виды рода *Penicillium* Link, выделенные из кормов, продуцируют токсины цитринины, микофеноловую и циклопиазоновую кислоты, не только обладающие фитотоксичными свойствами, но и вызывающими интоксикацию животных (Review on Mycotoxin..., 2015; Буркин, Кононенко, Пирязева, 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» (Токсигенные свойства..., 2019). Некоторые виды рода *Penicillium* (*P. vermiculatum* Dang., *P. verrucosum* var. *cyclopium*. и *P. funiculosum* Thom.) проявляют антагонистические свойства по отношению к возбудителям болезней масличных культур, например фомопсиса и фомоза, и используются для создания на их основе биологических фунгицидов (Маслиенко, Шипиевская, Асатурова, 2007; Маслиенко, Воронкова, 2016).

«Мицелий грибов рода *Penicillium* обычно состоит из бесцветных разветвленных гиф. Конидии яйцеобразные или округлые, зеленоватые или бесцветные, с гладкой или бородавчатой оболочкой, размером 3-8 x 2-6 мкм» (Identification and nomenclature..., 2014).

«У грибов рода *Mucor* Fresen мицелий представляет собой одну многоядерную разветвленную клетку, не разделенную перегородками. Колонии бежевого или серого цвета, быстро растут (до нескольких сантиметров в высоту). При бесполом размножении оболочка зрелого спорангия легко растворяется от влаги, освобождая несколько тысяч цилиндрических спор размером 12-15x5,5 мкм. В половом размножении участвуют две ветви одного или разных мицелиев. Они сливаются и образуют диплоидную зиготу, которая прорастает гифой с зародышевым спорангием в теплых и влажных условиях» (Botha, Votse, 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, Пожар, Корниенко, 1986).

## **1.2 Микромицеты как составляющая часть комплекса микроорганизмов различных почв**

Формирование урожая растений сельскохозяйственных культур зависит от многих факторов: погодных условий, сложившихся во время вегетационного периода, вредных организмов, а также фитосанитарного состояния почвы, на которое влияет наличие в ней патогенных микроорганизмов и, в первую очередь, патогенных микромицетов, выделяющих токсичные для растений метаболиты (Lisuma, Mbega, Ndakidemi, 2019; Сердюк, Трубина, Горлова, 2022).

В настоящее время основной целью сельскохозяйственного производства является разработка методов, способствующих сохранению урожая, и, вместе с тем, снижению потенциального ущерба окружающей среде (Yin, Qiu, 2019). Важным фактором, позволяющим достигнуть эту цель, служит высокое эффективное плодородие почвы. Одним из основных показателей плодородия почвы является ее биологическая активность, которая представляет собой совокупность биологических и биохимических процессов, протекающих в почве (Биогенность почвы, 2017). «Биологическая активность почвы зависит от множества факторов: погодных условий, технологии земледелия, а также видов возделываемых культур» (Возняковская, 1995; Марковская, Мельникова, Нечаева, 2015). Отмечено, что увеличению численности полезных микробиоты способствует вспашка почвы (Коваленко, Касымов, Сабырова, 2021).

«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, McLaugherty, 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» (Микрофлора чернозема выщелоченного..., 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, Бабьева, Зенова, 2005).

Фитопатогенные микромицеты обладают набором фитотоксинов, отрицательно влияющих на растения (Грисенко, Сотула, 1979; Ethyl acetate extract..., 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, Nguyen, Kurouski, 2018).

Сапротрофные грибы образуют вещества, способствующие разложению растительных остатков, и токсины-антибиотики, которые подавляют развитие фитопатогенной микобиоты, т.е. обладают супрессивностью (*Trichoderma harzianum*..., 1998; Sandle, 2014; Mycoparasitism as a mechanism..., 2022).

«Супрессивность почвы – это показатель почвенного здоровья, проявляемый в подавлении или элиминировании из почвенной фитопатосистемы отдельных видов фитопатогенов, обусловленный совокупным действием биологических, физико-химических и агрохимических свойств почвы» (Филипчук, Соколов, Павлова, 1997).

«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 возрасти) – преимущественно черноземы южный и южный выщелоченный» (Чулкина, Торопова, Стецов, 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 (Факторы индукции, 2017).

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 % (Факторы индукции..., 2017).

«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 Е.Н., 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, Мазиров, Зинченко, 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» (Functional diversity..., 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, Семенова, Трофимов, 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 (О биоразнообразии плесневых грибов..., 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 отдела *Deuteromycota*. Преобладанием по численности выделялись представители рода *Penicillium* spp. – 4 вида и *Trichoderma* spp. – 2 вида (Берсенева, Саловарова, Приставка, 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* (Структура бактериальных..., 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* (Комплексы микромицетов..., 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* (Патокомплекс почвенных микромицетов..., 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 % (Восстановить супрессивность почв, 2006), в северной части края – *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Mucor* spp., *Botrytis* spp., *Cladosporium* spp., *Verticillium* spp., *Trichotecium* spp. и др. (Микромицеты на озимой пшенице..., 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, ST-Arnaud, Fortin, 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). 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 (Biofumigation: Isothiocyanates..., 1994).

Изучение почвенной биоты, как одного из основных факторов, обуславливающих гумусное состояние почв необходимо на современном этапе (Енкина, Коробской, 1999; Енкина, 2003). 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.

### **1.3 Элементы интегрированной защиты агроценозов сельскохозяйственных культур от инфекционных болезней**

Интегрированная защита сельскохозяйственных культур подразумевает комплексное использование методов, приемов, рекомендуемых средств защиты, снижающих распространенность и развитие болезней на растениях (Интегрированная защита..., 2010; Фитосанитарная дестабилизация ..., 2013), 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, Коняева, Кузнецова, 1987; Чулкина, Торопова, Стецов, 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 3-4 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. (Интегрированные системы защиты..., 2016).

### **1.3.1 Фитосанитарный мониторинг состояния агроценозов сельскохозяйственных культур**

«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, Scherm, Chakraborty, 1999; Climate change..., 2004; Climate change effects..., 2006; Climate change and diseases..., 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» (Типы фитосанитарного..., 2010).

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, Торопова, Стецов, 2009).

Тем не менее, многолетний биологический мониторинг фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур позволяет установить спектр болезней, поражающих посевы, 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* (Проблемы фузариозов..., 2015).

В 2013-2015 гг. в результате мониторинга фитосанитарного состояния разных сортов яровой пшеницы в условиях Курганской области установлено поражение посевов опасными для урожая корневыми гнилями, определены возбудители болезней: гриб *Bipolaris sorokiniana* и грибы рода *Fusarium* spp. Данные фитомониторинга позволили подобрать протравители семян,

эффективно снижающие уровень поражения посевов пшеницы (Порсев, Торопова, Малинников, 2016).

Маршрутные обследования лекарственных растений во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР) позволили визуально диагностировать деформации, некрозы, листовые пятнистости на 68 видах лекарственных растений из 163 обследованных. В структуре микробных сообществ коллекционных лекарственных растений выявлены грибы родов: *Alternaria*, *Chaetomium*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Peronospora*, *Phoma*, *Pullularia*, *Septoria*, *Heterosporium*, *Stemphulia*, *Stemphylium*, *Verticillium*. Среди выделенных в растительных и почвенных образцах микромицетов установлены фитопатогенные виды, вызывающие болезни лекарственных растений: *Fusarium avenaceum*, *Fusarium solani*, *Phoma* spp., *Verticillium* spp., *Septoria* spp. и др. (Фитомониторинг коллекционных..., 2019).

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, Саскевич, Кажарский, 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, McKay, Knodel, 1998; Minnesota and North Dakota..., 2000; Canola Disease Survey..., 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, Коняева, Горобей, 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).

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. Так, на основании результатов фитосанитарного мониторинга зерновых культур, проводимого ежемесячно в течение нескольких лет в Пензенской обл., установлено поражение посевов мучнистой росой, септориозом и ржавчиной, разработаны меры химической защиты посевов, включающие предпосевную обработку семян и опрыскивание вегетирующих растений фунгицидами (Грязева, Касынкина, 2021).

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 посевы 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 (Фитосанитарное состояние посевов..., 2021).

Ученые проводят обследования не только сельскохозяйственных культур. Так, в Северном, Центральном, Поволжском, Западно-Сибирском и Северо-Кавказском экономическом районах проведен мониторинг сорных и дикорастущих видов растений на поражение фитоплазмами. Изучены растения разных семейств: астровые, гвоздичные, лютиковые, мальвовые, пасленовые и др. Отобранные образцы растений с симптомами болезни проанализированы с помощью молекулярных методов исследований. В результате выявлены фитоплазмы, относящиеся к трем таксономическим группам: желтухи астр, Х-болезни и столбура (Фитоплазмозы сорных и дикорастущих..., 2015).

О сроках проведения мониторинга и размерах выборок, а также определения степени поражения растений болезнями существуют разные мнения. Ю.Т. Дьяковым, М.И. Дементьевой и др. (1984) предложено проводить фитомониторинг состояния посевов злаков трижды за вегетационный период, ими разработаны шкалы поражения растений корневыми гнилями и фузариозным поражением колоса, головней, определены размеры площадок при очажном и равномерном поражении растений болезнями (Общая и сельскохозяйственная фитопатология, 1984).

И.Л. Марковым 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 (Марков, 1991).

А.Е. Чумаковым и Т.И. Захаровой 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 (Чумаков, Захарова, 1990).

Анализ литературных источников показал, что за последние 30 лет в Краснодарском крае 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.

### **1.3.2 Селекционный метод защиты агроценозов сельскохозяйственных культур от инфекционных болезней**

Одним из способов защиты растений от поражения болезнями является 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» (Устойчивость сорта как ..., 2003; Роль сорта в защите ..., 2008; Фитосанитарная и продукционная оценка..., 2016; Санин, 2013, 2016, 2017).

### ***Полевые методы оценки устойчивости растений к поражению болезнями***

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, Власова, Тимошенко, 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.

Так, азербайджанскими учеными оценен сортовой и гибридный материал хлопчатника на устойчивость к увяданию, вызываемому грибом *Verticillium dahlia* Klebahn. Выделены гибридные формы культуры, устойчивые к болезни, которые могут быть использованы в селекционном процессе в качестве доноров устойчивости (Мамедова, 2010; Мамедова, Шихлинский, 2015).

В селекции яровой пшеницы важную роль играют доноры устойчивости к опасным для культуры болезням: мучнистой росе, гельминтоспориозу и пятнистостям (Тырышкин, 2007). Проведенные исследования на юге Тюменской обл. по оценке коллекционного материала ВНИИ растениеводства

им Н.И. Вавилова выявили образцы с устойчивостью к возбудителям этих болезней (Тарасевич, Колоколова, 2013).

В Краснодарском крае выделены доноры устойчивости к возбудителю стеблевой ржавчины *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* у озимой мягкой пшеницы для включения в селекционную работу с целью выведения новых устойчивых к болезни сортов (Характеристика генетического разнообразия..., 2022).

Во ВНИИ зернобобовых и крупяных культур (Орловская область) на искусственных инфекционных фонах аскохитоза и фузариоза, созданных по оригинальным методикам, проводят оценку селекционного материала гороха на устойчивость к этим вредоносным для культуры болезням. Также проводятся и лабораторные исследования. В результате выделены образцы с индивидуальной и комплексной устойчивостью к основным болезням, которые могут быть использованы в качестве источников устойчивости для практической селекции (Борзенкова, 2012).

В условиях Дальнего Востока осуществлена оценка исходного материала сои на устойчивость к пероноспорозу и септориозу на естественном инфекционном фоне. Выявлены сортообразцы сои, которые можно рекомендовать для включения в селекционный процесс в качестве источников высокой продуктивности и толерантности к патогенам: *Septoria glycinis* Hemmi. и *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd при создании раннеспелых, высокопродуктивных, толерантных к грибным патогенам сортов сои в условиях муссонного климата Приморья (Васина, Хасбиуллина, 2019).

Исследования по выявлению наиболее устойчивого сорта сои к комплексу болезней в условиях Предгорной зоны РСО-Алания показали, что из трех изученных сортов северного экотипа (Магева, Светлая, Окская) сорт Магева проявлял высокую устойчивость к наиболее распространенным болезням сои: антракнозу, аскохитозу, фузариозу и церкоспорозу (Гояева, 2020).

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 капустных культур 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 (Genetics of Clubroot..., 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, 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, Коняева, Горобей, 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<sub>3</sub>, 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, Карпачев, Кобзева, 2019).

Поиску источников устойчивости рыжика посевного к склеротиниозу и фомозу, созданию устойчивых к болезням сортов и сортообразцов посвящено много зарубежных исследований (*Agronomic performance...*, 2017; *Comparative Reaction...*, 2019). Ученые проводят полевую и лабораторную оценку селекционного материала рыжика к болезням, наносящим вред в каждом конкретном регионе (*Monolignol biosynthesis...*, 2012; *Camalexin Production...*, 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 расспецифическая) обеспечивает средний уровень устойчивости, который, в основном, проявляется в замедленном развитии болезней (*Устойчивость сорта...*, 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, расспецифическая), и количественной (полигенная, не расспецифическая, 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 (*Major gene and polygenic...*, 2006; *Expression of resistance...*, 2008). Полевая (количественная) устойчивость, по мнению этих же авторов, обусловлена не только действием малых генов, но и главных (*Major gene and polygenic...*, 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 (Genome structure impacts..., 2007; *Leptosphaeria maculans* avirulence..., 2009; Repeat-induced point..., 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, Солдатова, Степин, 2005).

В зарубежных исследованиях рассматривались вопросы индукции генов устойчивости горчицы сарептской, горчицы белой и рыжика посевного к патогенному для этих культур возбудителю альтернариоза *Alternaria 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 (*Brassica coenospecies*..., 2002; Defense gene induction..., 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 (*Alternaria brassicicola*..., 2018).

### *Лабораторные методы оценки устойчивости растений к поражению болезнями*

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 (Подкина, Котлярова, Сухарева, 1988).

В 2020-2022 гг. в Среднерусском филиале ФНЦ имени И.В. Мичурина в Тамбовской области в результате искусственного заражения образцов пшеницы инокулюмом возбудителей септориоза и пиренофороза с помощью ПЦР-метода выделены сорта и селекционные линии культуры с высоким уровнем устойчивости к болезни (Устойчивость сортов и линий..., 2023).

В Федеральном аграрном научном центре ЮгоВостока (г. Саратов) проводилась оценка сортов озимой и яровой мягкой пшеницы на устойчивость к септориозу. Были выделены сорта, показавшие себя устойчивыми или слабо восприимчивыми к болезни. Отмечена сильная прямая корреляция между поражением септориозом листьев в полевых условиях и степенью поражения образцов пшеницы грибами *Zymoseptoria tritici* (0,8) и *Parastagonospora pseudonodorum* (0,7) в лабораторных условиях (Зеленева, Конькова, 2023).

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 (Сравнение двух методов..., 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, Гончаров, Самелик, 2022). Также модифицирован лабораторный метод искусственного заражения подсолнечника возбудителем фомоза для создания среднего фона заражения патогеном проростков культуры (Модификация метода..., 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 (Элементы технологии..., 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. Оценка поражения проводилась через 1, 2 и 3 суток, учитывая только количество пораженных проростков. Считалось, что проростки восприимчивые, если их ткани раслизываются, 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 % (Метод оценки устойчивости..., 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, Костенко, Пуца, 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 (Genetics of Clubroot..., 2020).

### ***Оценка устойчивости растений к поражению болезнями с использованием метаболитов патогенов***

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 (Общая и сельскохозяйственная..., 1984). Косвенные методы позволяют провести предварительную оценку материала на начальных этапах селекционного процесса, когда появляются затруднения с сохранением или наработкой инфекционного материала (Агроархив..., 2014). Косвенные методы применяются, в основном, при горизонтальной устойчивости. К таким методам относится, например, использование токсинов, вырабатываемых патогенами (Общая и сельскохозяйственная..., 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 (Агроархив..., 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, Norpe, 1989), фумонизины, энниатины, монилиформин, боверицин и др., действие которых также приводит к появлению симптомов болезни на растениях (Пискун, Поликсенова, Анохина, 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 (Production of mycotoxins fusaproliferin, 1999; Occurrence of Beauvericin..., 2002; Uhlig, Torp, Heier, 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, Поликсенова, Анохина, 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, Norpe, 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 аристорохена (вторая группа терпеноидов),

которые менее токсичны по сравнению с трихотеценами (Putaminoxin..., 1995). Метаболит с фитотоксичным действием деструксин В выявлен у гриба *Alternaria brassicae* (Fungi as biocontrol..., 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 (Virulence-Toxin Production..., 2004).

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

#### ***Разработка шкалы степени поражения растений болезнями.***

Для проведения достоверной оценки устойчивости исследователи модифицируют и разрабатывают шкалы поражения растений болезнями. Так, например, Н.М. Чекалиным (2003) произведена модификация шкалы UPOV (2000, 2002) степени поражения (от 1 до 9 баллов) и шкала устойчивости растений (от очень слабой до очень сильной устойчивости) зернобобовых культур к разным болезням (Чекалин, 2003).

При обследовании сортов винограда на поражение болезнями используются шкалы разных авторов: оценку устойчивости сортов винограда к болезням проводят согласно методикам селекционеров (от 1 до 9 баллов)

(Проект пересмотренного рабочего..., 2020) и виноградарей-защитников (от 1 до 4 баллов) (Petrov, Talash, 2010). Сопоставление этих методик позволяет провести взаимоперевод оценки сортов культуры с одной шкалы на другую (Талаш, 2013).

Важной задачей для картофелеводов является создание сортов культуры, устойчивых к картофельной нематоды. Для оценки селекционного материала также разработана шкала степени поражения: от 1 балла (устойчивый сорт) до 3 баллов (восприимчивый сорт), позволяющая достоверно определять восприимчивость сортов. В настоящее время при использовании этой шкалы включены в Госреестр РФ нематодоустойчивые сорта картофеля (Как оценивать устойчивость картофеля..., 2009).

В ходе модификации лабораторного метода искусственного заражения подсолнечника фомозом во ВНИИМК разработана шкала от 0 до 5 баллов для определения степени поражения проростков возбудителем болезни (Модификация метода..., 2020). А в результате модификации экспресс-метода оценки поражаемости растений подсолнечника возбудителем фомоза разработана шкала от 0 до 6 баллов для определения поражения сортообразцов культуры болезнью (Элементы технологии экспресс-метода..., 2020).

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 в условиях степной зоны Западного Предкавказья с целью создания новых сортов культур.

### **1.3.3 Химический метод защиты агроценозов сельскохозяйственных культур от инфекционных болезней**

Наиболее оперативным методом защиты посевов сельскохозяйственных культур является химический метод (Афанасьева, Груздев, 1983; Практикум по химической..., 1992).

Важным приемом химической защиты посевов этих культур от болезней является предпосевное протравливание семян (Escamilla, Rosso, Zhang, 2019; Seed treatment..., 2019; Gupta, Didwania, Singh, 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, Сердюк, Медведева, 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 дикарбоксимидного 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 (400 г/л) (из группы тиурамдисульфидов). Наиболее известным препаратом этой группы до сих пор является ТМТД, который широко применяется для обработки семян масличных культур – подсолнечника, сои, рапса, арахиса, льна (Пивень, 1987; Кудрявцев, 1995; Пивень, Коновалов, Сердюк, 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 (бенлат, узген, фундазол), карбендазим (БМК, дезорал, бавистин, олгин, тиабендазол, текто).

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 растений..., 2024). 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 и Апрон Голд 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 и ТМТД 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 тирам (400 г/л), тебуконазол, диметоморф и метконазол. В результате действия препаратов отмечена низкая частота встречаемости болезней по типу пятнистостей в фазе двух настоящих листьев (First results..., 2000).

Также испытываются новые способы внесения препаратов. В Сибири разрабатывается новый способ внесения фунгицидов, который позволит снизить концентрацию химикатов в почве, сохраняя при этом эффективность, обеспечить пролонгированное действие фунгицидов и сократить количество обработок в течение вегетационного периода. Для этого системные фунгициды тебуконазол и эпоксиконазол были заключены в биоразлагаемую матрицу, состоящую из гомополимера поли-3-гидроксипропиридата и древесной муки. Сухие компоненты смешивали и формировали в виде гранул, которые вносили в почву с семенами злаков – яровой пшеницы и ярового ячменя. В контрольные группы вошли интактные растения и растения, обработанные свободными формами фунгицидов. Результаты показали, что влияние внедренных и свободных фунгицидов на окислительно-восстановительный гомеостаз в корнях пшеницы и ячменя варьируется в зависимости от стадии роста растений и существенно различается между видами растений. Встроенные фунгициды оказались более эффективными в снижении заражения корней, чем свободные аналоги. Применение фунгицидов в гранулах привело к снижению заболеваемости корневыми гнилями у обоих злаков в 1,5-1,9 раза. Фунгицидные препараты, введенные в разлагаемую основу, обеспечивают длительную защиту растений от почвенных возбудителей и борьбу с корневыми заболеваниями (Fungicidal activity..., 2023).

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, цирам, цинеб, бордосская жидкость (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, Sharma, Dalela 1977; Gupta, 1985). На посевах сурепицы в Англии против инфицирования растений грибом *A. brassicicola* эффективными были четырехкратные опрыскивания растений бордосской жидкостью с интервалом в две недели в годы, когда уровень поражения болезнью был низким (Humpherson-Jones, Maude, 1982).

В 80-е годы 20 века были разработаны новые фунгициды для обработки вегетирующих растений рапса против болезней: ипродион, фенпропиморф, винклозолин, прохлораз и флутриафол. Действие препарата ипродион являлось наиболее эффективным, особенно по сравнению с бордосской жидкостью (Humpherson-Jones, Maude, 1982). Кроме того, эффект действия фунгицида был постоянен. Сейчас ипродион широко используется для борьбы с болезнями вегетирующих растений многих культур, включая овощные крестоцветные.

В испытаниях, проведенных на рапсе, фоликур (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 до цветения рапса уменьшало полегание культуры независимо от присутствия болезни, причем ретардантное действие препарата усиливалось с повышением его дозы. Двукратное применение тебуконазола 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 и карбендазим на поражение листьев горчицы сарептской альтернариозом, вызванным *A. brassicae*, проводились в Индии. Оба препарата продемонстрировали

высокую эффективность, подавляли развитие патогена на 100 % (Identification of critical..., 2004).

Проведенные в Татарстане исследования по изучению эффективности фунгицидов для снижения распространенности болезней на рапсе озимом показали, что применение препаратов осенью снизило развитие фомоза на стеблях рапса, биологическая эффективность препаратов достигала 92-93 %. Максимальная биологическая эффективность отмечена в вариантах с использованием препаратов Рекс С и Импакт (Ваисов, Сафин, Шпаар, 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, Honermeier, 2012; Zamani-Noor, Knüfer, 2018).

В Австралии посевы фасоли подвергаются поражению склеротиниозом в высокой степени. Причинами этому служат длительный период хранения склероциев в почве, несоблюдение севооборота, отсутствие устойчивости к болезни у сортов фасоли и др. (Abawi & Grogan 1979; McDonald & Grogan 1979; Boland & Hall 1987; Boland & Hall 1987; McDonald & Boland 2004). Поэтому защита посевов фасоли от поражения склеротиниозом во многом зависит от использования фунгицидов в фазе цветения с двумя последующими обработками с интервалом от 7 до 10 дней. Испытывали фунгицид с действующим веществом боскалид. Выделенные из растений фасоли изоляты возбудителя болезни были полностью идентичны изолятам патогена, выделяемым из растений рапса. Установлено, что эффективность фунгицида была средней ввиду высокого естественного инфекционного фона болезни на полях (Sensitivity of Australian *Sclerotinia*..., 2011).

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, Абига-Пик) и системные двухкомпонентные препараты (Амистар Экстра, Аканто Плюс). 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 (Эффективность применения фунгицидов..., 2016).

Белорусскими учеными проведены испытания препаратов Пиктор и Титул Дуо 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 и Оптимо Дуо. Биологическая эффективность препаратов против всех болезней была высокой, превысив 85 % (Результаты оценки селекционного..., 2016; Шашко, Будевич, Шашко, 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, обладающие росторегулирующей активностью (прохлораз + тебуконазол, мепикват + метконазол, тебуконазол, тебуконазол + протиоконазол, флуксапироксад + тебуконазол), которые применялись дважды: осенью и весной. Применение

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 фазу формирования розетки листьев-перехода в стеблевание и в фазу цветения рапса. Максимальная хозяйственная эффективность препаратов была получена в варианте с пропиконазол + тебуконазол (0,7-0,9 т/га) (Эффективность фунгицидов..., 2024).

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 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Почвенно-климатические условия места 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, территориально находящегося в степной зоне Западного Предкавказья.

Производственные опыты проводили: в 2022-2023 гг. в Динском районе Краснодарского края (центральная часть Краснодарского края) и в 2023 г. в Шпаковском районе Ставропольского края (западная часть Ставропольского края), которые также относятся к степной зоне Западного Предкавказья.

Почва в месте исследований представлена черноземом выщелоченным малогумусным сверхмощным тяжелосуглинистым, сформированным на лессовидном карбонатном суглинке (Блажний, 1958; Симакин, 1966). Механический состав почвы региона по профилю однородный, количество глиняных частиц в нем составляет 64-72 %, из них 39-42 % – илистые. 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) (Кузнецов, 1968; Соколов, Фридганд, 1984). 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 поглотительную 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 К.С., 1952), а по данным других исследователей еще меньше – 251-298 мм (Блажний, 1958; Блажний 1974; Почвы Краснодарского края..., 1996).

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 сотрудников 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).

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, среднегодулетняя 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).

Почва Шпаковского района Ставропольского края представлена так же, как и в центральной части Краснодарского края, черноземом выщелоченным, который обладает оптимальной плотностью (1,15-1,25 г/см<sup>3</sup>), хорошей и удовлетворительной пористостью (50-60 %) (Цховребов, Фаизова, 2015).

Климат западной части Ставропольского края умеренно континентальный. На его формирование влияет близость Черного моря. Шпаковский район находится в зоне достаточного увлажнения. Количество осадков в среднем составляет 600 мм. Безморозный период длится до 190 дней.

Зима наступает обычно в начале декабря. Самый холодный месяц зимы – январь со среднемесячной температурой минус 4-минус 5 °С. При зимних похолоданиях температура воздуха может понижаться до минус 30 °С. Зимой часты оттепели, когда температура повышается до плюс 5-10 °С. Лето жаркое и сухое, среднемесячная температура июля составляет на равнине плюс 23-25 °С с максимальной до плюс 35-43 °С. Осень наступает в начале третьей декады сентября (Цховребов, Фаизова, 2015).

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

## **2.2 Материал и методы проведения исследований**

### ***Материал исследований***

Материалом для исследований служили селекционные образцы в количестве 300 шт. каждой масличной культуры семейства Капустные при изучении их устойчивости к болезням, а также сорта селекции ВНИИМК при проведении фитосанитарного мониторинга:

- рапса озимого: Лорис, Меот, Элвис, Акцент, Дракон, Метеор, Сармат, Селегор, Оливин;
- горчицы сарептской озимой: Джуна, Вьюжанка;
- рыжика озимого: Карат;
- рапса ярового: Таврион, Викинг-ВНИИМК, Дуэт, Крис, Амулет, Галант, Руян, Баланс;
- горчицы сарептской яровой: Золушка, Росинка, Ника, Юнона, Горлинка, Галатея;
- горчицы белой: Радуга, Колла, Руслана;
- горчицы черной: Ниагара;
- рыжика ярового: Кристалл.

Существенная разница между сортами одной культуры в поражении болезнями не выявлена, поэтому далее в работе названия сортов культур не указываются.

В исследованиях по изучению влияния химических препаратов на развитие патогенов и растений масличных культур семейства Капустные использовали следующие сорта: рапс озимый сорт Лорис, горчица сарептская озимая сорт Джуна, рыжик озимый сорт Карат, рапс яровой сорт Таврион, горчица сарептская яровая сорта Ника и Юнона, рыжик яровой сорт Кристалл, горчица белая сорт Радуга, горчица черная сорт Ниагара.

### *Полевые методы исследований*

Полевые исследования, проводимые на экспериментальных полях ВНИИМК (г. Краснодар, х. Октябрьский), базировались на принципах систематического и всестороннего изучения фитосанитарного состояния агроценозов озимых и яровых масличных культур семейства Капустные. Нами модифицирован метод фитосанитарного обследования состояния посевов рапса И.Л. Маркова (1991) (раздел 3.1), по результатам которого вычисляли основные показатели статистического учета болезней: распространенность и развитие.

Распространенность болезни – 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 (Драховская, 1962):

$$P = \frac{n}{N} 100 \% , \quad (1)$$

где P – распространенность болезни, %;

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

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

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

$$R = \frac{\Sigma(a \cdot b)}{N \cdot k} 100 \% , \quad (2)$$

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 3.1.

Ежегодно в ходе обследований посевов учитывали метеорологические показатели: количество осадков, среднюю температуру воздуха, на основании которых вычисляли гидротермический коэффициент (ГТК), и относительную влажность воздуха за один и тот же период: 1 декада мая-2 декада июля, т.к. в это время отмечали массовое проявление симптомов болезней на растениях масличных культур семейства Капустные. ГТК является интегрированным показателем увлажнения окружающей среды, вычисляли по формуле (Сеянинов, 1930):

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma \text{ос}}{\Sigma t : 10} , \quad (3)$$

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

$\Sigma t$  – 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.

Вредоносность болезней (снижение продуктивности, потери урожая) изучали на растениях, пораженных в разной степени. В фазе желто-зеленого стручка культур этикетировали по три растения на каждый балл поражения. После созревания проводили их отбор, обмолачивали вручную, учитывали урожай семян с одного растения, количество стручков на одном растении, вычисляли среднюю массу семян с одного стручка каждого растения и далее вычисляли средние показатели массы семян с одного стручка. Потери урожая семян (вредоносность болезней) вычисляли по формуле (Определитель болезней..., 1984):

$$B = \frac{(m_3 - m_6)}{m_3} 100 \%, \quad (4)$$

где  $m_3$  – средняя масса семян с одного стручка здорового растения, г;

$m_6$  – средняя масса семян с одного стручка больного растения, г.

Опрыскивание посевов яровых и озимых масличных культур семейства Капустные фунгицидами с целью определения их биологической эффективности проводили в фазы бутонизации и зеленого стручка (Сердюк, 2008; Serdyuk, Trubina, Gorlova, 2022). Вегетирующие растения опрыскивали препаратами 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. Площадь каждой опытной делянки составляла 12,0 м<sup>2</sup>, повторность опыта трехкратная. 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 (Груздев, Афанасьева, 1983; Практикум по химической защите, 1992):

$$C = \frac{K-O}{K} \cdot 100 \% \quad (5)$$

где: С – биологическая эффективность фунгицида, %;

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

О – развитие болезни в варианте после обработки, %.

Опрыскивание посевов 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 листа культур. 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.

Уборку урожая семян масличных культур семейства Капустные проводили комбайном «Wintershteiger», урожай приводили к 100 %-ной чистоте и 8 %-ной влажности.

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).

### ***Лабораторные методы исследования***

Осуществляя фитосанитарный мониторинг состояния агроценозов сельскохозяйственных культур, необходимо также проводить выделение

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

В процессе работы использовали стерильные инструменты, стекла, фильтровальную бумагу, чашки Петри (чП). В ходе проведения фитоэкспертизы необходимые 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 чП на фильтровальную бумагу, увлажненную стерильной водой (во влажную камеру чП) (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 чП 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 во влажную камеру чП или на твердую агаризованную питательную среду.

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 чП дополнительно увлажняли стерильной водой каждые 2-3 суток. После этого проводили

микроскопирование и определяли родовую и видовую принадлежность фитопатогенов.

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:

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

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, Трубина, Горлова, 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 во влажную камеру чашек Петри и на твердую агаризованную среду в чашках Петри, 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 (Долгова, 1991). Полученные из внешне здоровых семян 5-суточные 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 2-3 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 во влажную камеру чП при температуре плюс 22-25 °С.

Выделенных возбудителей болезни идентифицировали в лабораторных условиях микроскопированием с использованием микроскопа Motic VA300 при увеличении 400х.

Идентификацию патогенов проводили по определителям В.И. Билай, М.А. Литвинова, А.А. Милько, Н.М. Пидопличко, Дж. Хоулта, W. Gerlach, E.G. Simmons (Билай, 1977; Литвинов, 1967; Милько, 1974; Пидопличко, 1977; Хоулт, 1980; Gerlach, 1982; Simmons, 2007).

Для выделения патогенов из пораженных частей растений и семян применяли различные питательные среды, которые должны иметь кислую реакцию (рН 4,5-5,5) для роста грибов. Подкисление среды проводили лимонной кислотой. Жидкую питательную среду превращали в твердую, добавляя к ней микробиологический агар. Использовали естественные и синтетические питательные среды: картофельно-глюкозный агар (КГА), картофельно-морковный агар (КМА) и агар Чапека.

**Картофельно-глюкозный (сахарозный/декстрозный) агар (КГА/КСА/КДА):**

200 г картофеля, очищенного и нарезанного на небольшие кусочки, кипятили в 1 л водопроводной воды на водяной бане в течение 1 ч. После фильтрования добавляли 20 г глюкозы и 20 г агара, восстанавливали объем жидкости до 1 л (Самуцевич, 1931; Методы фитопатологии, 1974).

**Картофельно-морковный агар (КМА):**

40 г картофеля и 40 г моркови, очищенных и нарезанных на небольшие кусочки, варили в 1 л водопроводной воды в течение 1 ч. После фильтрования восстанавливали объем жидкости до 1 л, добавляли 20 г агара. Применяли его для улучшения спороношения и определения габитуса споруляции многих грибов (Simmons, 2007).

**Агар Чапека:**

0,5 г  $MgSO_4 \times 7H_2O$ ;

1,0 г  $KH_2PO_4$ ;

0,5 г KCl;

0,01 г  $Fe_2(SO_4)_3$ ;

2,0 г  $NaNO_3$ ;

30 г глюкозы (сахарозы/декстрозы);

25 г агара;

1000 мл дистиллированной воды

(Самуцевич, 1931; Методы фитопатологии, 1974).

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 (Williams, Delwiche, 1979). В 2015 г. изучали только рапс озимый, в 2022 г. – в исследование добавили горчицу сарептскую озимую. 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 обоих 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 Р.Н. Williams, Р.А. Delwiche (Williams, Delwiche, 1979):

$$DI = \frac{\sum (Ni \cdot i)}{Nt}, \quad (7)$$

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).

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 5-балльной шкалы (См. раздел. 6.2.1).

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. (Метод оценки..., 1990).

Изучение видового состава микромицетов, находящихся в почве агроценозов масличных культур семейства Капустные, проводили в 2020-2022 гг. Изучали слой почвы от 0 до 10 см, т.к. 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, доводили 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, Сидорова, Успенская, 1980; Методы микробиологического контроля..., 2004).

Приготовленные десятичные разведения использовали для посева почвы на поверхность твердой питательной среды Чапека (Билай, 1982) в количестве 0,2 мл на одну чП. Культивирование микромицетов проводили при температуре воздуха плюс 25 °С. Количество колоний патогенов в каждой чашке подсчитывали на 7 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, Великанов, Сидорова, 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, Vacus, 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).

Эффективность фунгицидов при обработке семян изучали в лабораторных условиях согласно методическим указаниям по протравливанию семян сельскохозяйственных культур препаратами (Методические указания по протравливанию..., 1988). 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 чП 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 6-е сутки, у озимого и ярового рапса – на 7-е сутки проращивания (ГОСТ 12038-84). Данные по биометрическим показателям проростков группировали в классы и определяли наиболее часто встречающийся (модальный) класс (Доспехов, 1968).

Масличность семян масличных культур семейства Капустные определяли с применением ИК-спектрометра Matrix-1 (ГОСТ 33749-2014).

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

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{\delta_1^2}{N_1} + \frac{\delta_2^2}{N_2}}}, \quad (8)$$

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).

### **3 МОНИТОРИНГ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Эффективная защита посевов сельскохозяйственных культур от вреда, наносимого патогенами, напрямую зависит от правильного и своевременного распознавания болезней. С этой целью мы проводили ежегодные маршрутные обследования посевов масличных культур семейства Капустные – мониторинг фитосанитарного состояния посевов, являющийся важной составляющей частью в интегрированной защите сельскохозяйственных культур от болезней.

По данным мониторинга можно судить о распространенности, степени и характере развития той или иной болезни. Это позволяет отметить первые признаки их проявления, связанные с жизнедеятельностью патогенов на растениях и разработать меры, направленные на снижение вредоносности наиболее опасных болезней, а также использовать полученные данные в селекционной работе при выведении устойчивых или толерантных к болезням сортов культур. Кроме этого, фитосанитарный мониторинг позволит в дальнейшем разработать краткосрочный и долгосрочный прогнозы распространения и развития болезней масличных культур семейства Капустные в регионе.

#### **3.1 Совершенствование метода проведения мониторинга фитосанитарного состояния агроценозов масличных культур семейства Капустные**

В своих исследованиях мы усовершенствовали метод проведения мониторинга фитосанитарного состояния посевов рапса, разработанный И.Л. Марковым (1991), и применили его при обследовании посевов и 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 растений на 10 га. Такая выборка позволяет оценить распространенность и развитие болезней с достоверной вероятностью 95 %.

Распространенность болезней, рассчитанную по формуле М.Д. Драховской (Драховская, 1962), подразделяли на низкую, среднюю и высокую:

- низкая – поражено до 10 % растений в посевах;
- средняя – поражено 11-50 % растений в посевах;
- высокая – поражено 51 % растений в посевах и более.

При осуществлении учетов использовали модифицированные и разработанные нами ниже представленные визуальные балльные шкалы, характеризующие степень поражения (от минимальной до максимальной) растений масличных культур семейства Капустные болезнями.

Модификация известных шкал (Марков, 1991) осуществлена 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. Ниже представлены модифицированные шкалы степени поражения растений болезнями.

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 расчета развития остальных болезней, поражающих посевы масличных культур семейства Капустные, нами разработаны следующие шкалы.

Для определения интенсивности поражения растений рыжика озимого **пероноспорозом** нами разработана отдельная балльная шкала (Сердюк, Шипиевская, Трубина, Горлова, 2017), т.к. 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.

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 шкалу:

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

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

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

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

Степень поражения **бактериозом семядольных листьев** масличных культур семейства Капустные определяли по 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 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 отмечаем, 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.

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 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 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 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 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). 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 (Драховская, 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, Trubina, Gorlova, 2020).

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.

В ходе многолетних исследований нами расширен список учитываемых в течение вегетации культур болезней, а также для учета добавлена фаза зеленого стручка (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Фазы вегетации и учетные органы растений для проведения мониторинга фитосанитарного состояния посевов масличных культур семейства Капустные

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.

Таким образом, проведение мониторинга фитосанитарного состояния посевов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья следует проводить в предложенные фазы с использованием модифицированных и разработанных нами шкал учета степени поражения растений.

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

На основании данных многолетнего мониторинга посевов масличных культур семейства Капустные, а также фитоэкспертизы частей пораженных растений определен видовой состав комплекса возбудителей болезней в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Определение систематического положения патогенов проводили с использованием наиболее авторитетных международных баз данных современного систематического положения патогенов (GBIF, 2024; CABI databases, 2024).

Все выявленные инфекционные болезни масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья разделены по происхождению возбудителей на две группы: не грибные и грибные (Сердюк, 2009; Пивень, Сердюк, 2011; Сердюк, Бочкарева, Пивень, 2011).

Не грибные болезни этих культур 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). Грибные болезни являются результатом деятельности представителей разных отделов царства Fungi (грибы) (рис. 3.1).

Из данных рисунка следует, что количество видов возбудителей не грибных болезней в сумме составило 32 %, из них 3 % видов относилось к типу Nematoda, 7 % – отделу Proteobacteria, по 11 % – типу Tenericutes и отделу Oomycota. Доминирующие виды принадлежали царству Fungi – 68 % от общего количества выделенных патогенных организмов.

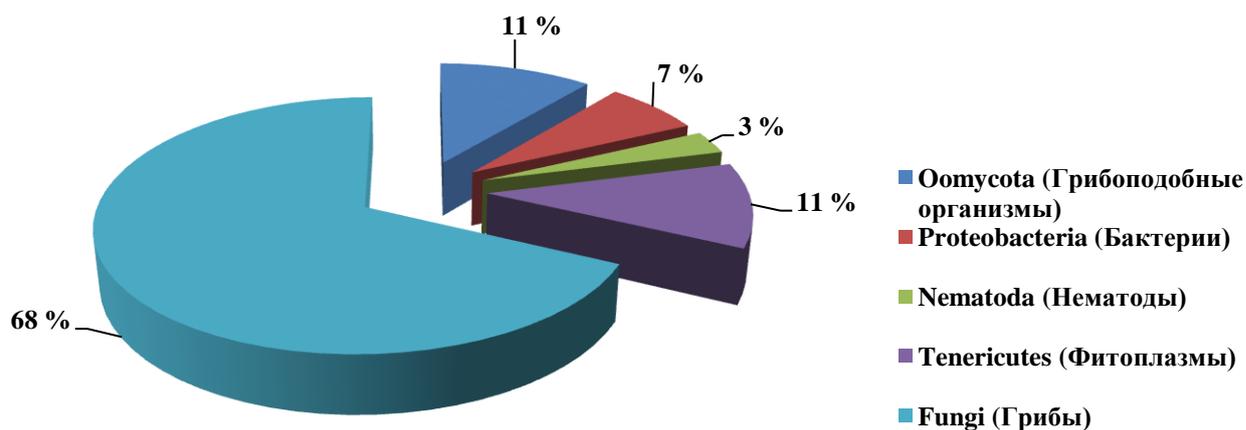


Рисунок 3.1 – Распределение по происхождению патогенных организмов в агроценозах масличных культур семейства Капустные, степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.

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 3.2 (GBIF, 2024; CABI databases, 2024).

Таблица 3.2 – Систематика патогенов не грибного генеза и вызываемые ими болезни масличных культур семейства Капустные

Тип, отдел, класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Болезнь
1	2	3	4	5	6
Отдел Оомycota Класс Оомycetes	Peronosporales	Peronosporaceae	<i>Peronospora</i> Cda	<i>Hyaloperonospora brassicae</i> Gäum. Göker, Voglmayr, Riethm., Weiss & Oberw.	Пероноспороз (ложная мучнистая роса)
		Pythiaceae	<i>Pythium</i> Pringsh	<i>Pythium debarianum</i> R. Hesse	Черная ножка
	Albuginales	Albuginaceae	<i>Albugo</i> Pers. Roussel	<i>Albugo candida</i> (Pers.) Kuntze	Белая ржавчина

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6
<u>Отдел</u> Proteobacteria	Xanthomonadales	Xanthomonadaceae	<i>Xanthomonas</i> Dows.	<i>Xanthomonas campestris</i> Dows.	Бактериальное увядание
	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	<i>Pseudomonas</i> Migula	<i>Pseudomonas fluorescens</i> Migula	
<u>Тип</u> Nematoda (круглый червь)	Отряд Rhabditida	Heteroderidae	<i>Heterodera</i> Schmidt	<i>Heterodera schachtii</i> Schmidt.	Гетеродез
<u>Тип</u> Tenericutes	Acholeplasmatales	Acholeplasmataceae	Candidatus-Phytoplasma	<i>Astery ellows</i>	Фитоплазмоз (виресценция, филлодии, карликовость)

Список инфекционных грибных болезней масличных культур семейства Капустные более обширен и 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, Mucoromycota, Chytridiomycota, Basidiomycota (табл. 3.3) (GBIF, 2024; CABI databases, 2024).

Как видно из данных таблицы, часть видов Ascomycota имеет телеоморфную (половую, сумчатую) и анаморфную (бесполоую, 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.

Таблица 3.3 – Систематика патогенов грибного генеза и вызываемые ими болезни масличных культур семейства Капустные

Болезнь	Таксономет- рическая категория	Систематическое положение возбудителя болезни		
		Телеоморфная стадия	Анаморфная стадия	
1	2	3	4	
Альтернариоз	Отдел	Ascomycota		
	Класс	Dothideomycetes		
	Порядок	Pleosporales		
	Семейство	Pleosporaceae		
	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				
Фомоз (сухая гниль)	Отдел	Ascomycota		
	Класс	Dothideomycetes		
	Порядок	Pleosporales		
	Семейство	Leptosphaeriaceae		
	Вид	<i>Leptosphaeria maculans</i> (Desm.) Ces. et. De Not <i>L. biglobosa</i> R.A. Shoemaker & H. Brun	<i>Phoma lingam</i> (Tode) Desm	
			Incertae sedis*	
Пепельная гниль	Отдел	Ascomycota		
	Класс	Dothideomycetes		
	Порядок	Botryosphaeriales		
	Семейство	Botryosphaeriaceae		
	Вид	Incertae sedis*	<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid	
Склеротиниоз (белая гниль)	Отдел	Ascomycota		
	Класс	Leotiomycetes		
	Порядок	Helotiales		
	Семейство	Sclerotiniaceae		
	Вид	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	Incertae sedis*	
Ботридиоз (серая гниль)	Отдел	Ascomycota		
	Класс	Leotiomycetes		
	Порядок	Helotiales		
	Семейство	Sclerotiniaceae		
	Вид	<i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	
Мучнистая роса	Отдел	Ascomycota		
	Класс	Leotiomycetes		
	Порядок	Helotiales		
	Семейство	Erysiphaceae		
	Вид	<i>Erysiphe cruciferarum</i> Opiz ex L. Junell	<i>Oidium erysiphoides</i> Fr.	
Фузариозное увядание	Отдел	Ascomycota		
	Класс	Sordariomycetes		
	Порядок	Hypocreales		
	Семейство	Nectriaceae		
	Вид	Incertae sedis*	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder 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		
Вертициллезное увядание	Отдел	Ascomycota		
	Класс	Sordariomycetes		
	Порядок	Glomerellales		
	Семейство	Plectosphaerellaceae		
	Вид	Incertae sedis*	<i>Verticillium dahliae</i> Klebahn	
Плесневение семян	1 Отдел	Ascomycota		
	Класс	Eurotiomycetes		
	Порядок	Eurotiales		
	Семейство	Aspergillaceae		
	Род	Incertae sedis*	<i>Eurotium oryzae</i> Ahlb.	
			<i>Aspergillus flavus</i> Link	
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh				
		<i>Penicillium citrinum</i> Thom		
		<i>Penicillium lanosocoeruleum</i> Thom		
Плесневение семян	2 Отдел	Mucoromycota		
	Класс	Mucoromycetes		
	Порядок	Mucorales		
	Семейство	Mucoraceae		
	Вид	<i>Mucor mucedo</i> Fresen		

## Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	
Черная ножка	1 Отдел	Basidiomycota		
	Класс	Agaricomycetes		
	Порядок	Cantharellales		
	Семейство	Ceratobasidiaceae		
	Вид	<i>Thanatephorus cucumeris</i> (Frank) Donk	<i>Rhizoctonia solani</i> J.G. Kühn.	
	2 Отдел	Chytridiomycota		
	Класс	Chytridiomycetes		
	Порядок	Olpidiales		
	Семейство	Olpidiaceae		
	Вид	<i>Olpidium brassicae</i> (Woronin) P.A. Dang		

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

Исходя из данных таблицы 3.3, 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 (рис. 3.2).

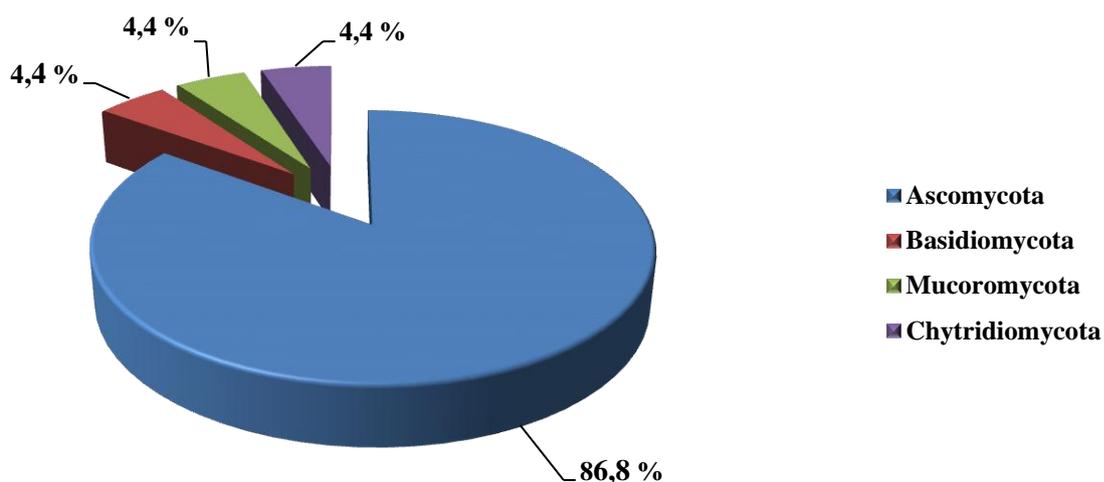


Рисунок 3.2 – Соотношение видов патогенных грибов в агроценозах масличных культурах семейства Капустные, степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг.

При изучении органотропной специализации патогенов разного происхождения установлено, что наиболее часто они выделялись из пораженных стеблей, корней и листьев растений (табл. 3.4).

Таблица 3.4 – Видовой состав и места 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.	+	+	–	–	+
<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	+	+	–	–	–

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6
<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>	+	+	+	+	–

+ - 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 % (рис. 3.3).

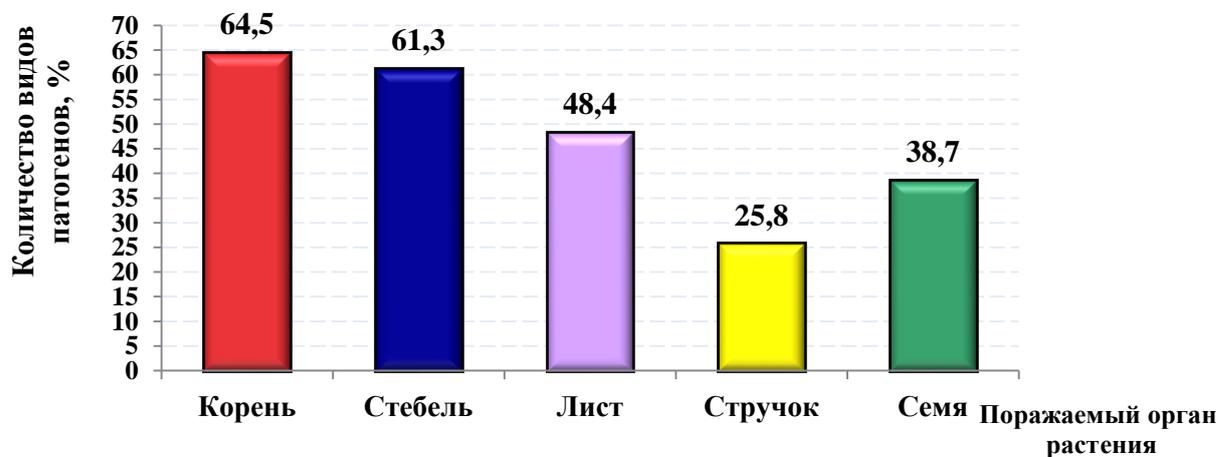


Рисунок 3.3 – Органотропная специализация патогенных организмов в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 2011-2022 гг.

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. Скрытое инфицирование семян культур возбудителями болезней изучали в лабораторных условиях в 2011-2017 гг. по методике Е.М Долговой (1991). Пятисуточные проростки без признаков поражения патогенами помещали в сосуды с дистиллированной водой, наблюдения за состоянием проростков проводили ежедневно. На седьмой день исследований отмечены первые некрозы на гипокотильях единичных проростков озимых и яровых рапса и горчицы сарептской, на восьмой – горчицы белой и горчицы черной 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 (Особенности химического состава..., 2000; Прахова, Зеленина, 2009; Прахова, 2019; Голова, Горлова, 2019; Kaur, Kaur, Kaur, 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 (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Проявление на гипокотилиях проростков скрытого инфицирования визуально здоровых семян горчицы сарептской яровой грибом

*Alternaria brassicicola* (Schw.) Wilts. (ориг.)

При интенсивном развитии патогена на гипокотилиях 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 *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltshire.

На десятые сутки проведен последний учет, в результате которого установлена разница в количестве пораженных проростков исследуемых масличных культур семейства Капустных грибом *A. brassicicola* (рис. 3.5).

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 %).

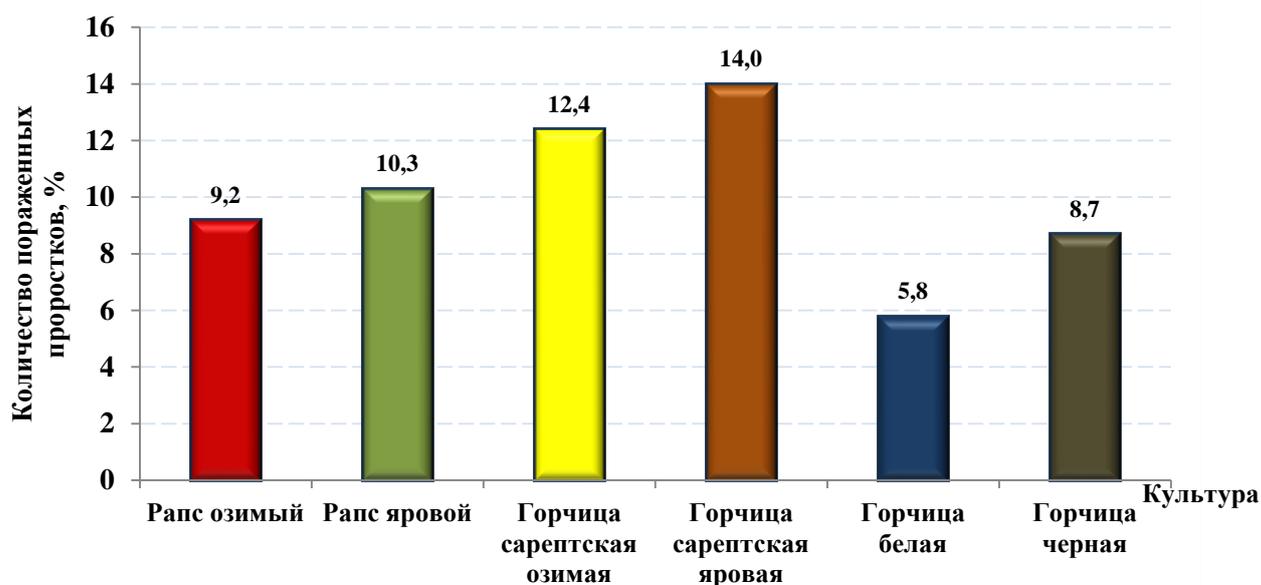


Рисунок 3.5 – Количество пораженных грибом *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltshire проростков масличных культур семейства Капустные, полученных из визуально здоровых семян, 2011-2022 гг.

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 – *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltshire.

### 3.3 Биоэкологические особенности проявления инфекционных болезней на растениях масличных культур семейства Капустные

#### *Болезни не грибного происхождения*

**Пероноспороз**, или **ложная мучнистая роса**. 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 (рис. 3.6).

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



а



б



В

Г

Рисунок 3.6 – Симптомы пероноспороза (возбудитель *Hyaloperonospora brassicae* Gäum. Göker, Voglmaуr, Riethm., Weiss & Oberw.) на масличных культурах семейства Капустные (ориг.):

- а) пятна с верхней стороны листа рапса ярового;
- б) спороношение возбудителя болезни в местах пятен с нижней стороны листа рапса ярового;
- в) пятна с верхней стороны листа горчицы черной;
- г) спороношение возбудителя болезни в местах пятен с нижней стороны листа горчицы черной

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 (рис. 3.7 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 (рис. 3.7 б).



а

б

Рисунок 3.7 – Симптомы пероноспороза на рыжике озимом (возбудитель *Hyaloperonospora brassicae* Gäum. Göker, Voglmayr, Riethm., Weiss & Oberw.) (ориг.):

- а) растение, пораженное со степенью 3 балла;
- б) растение, пораженное со степенью 4 балла

**Черная ножка.** 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 (рис. 3.8). Пораженные проростки очень быстро засыхали. Особенно интенсивно болезнь развивалась в холодный и влажный период во время начального роста растений (Сердюк, Бочкарева, Пивень, 2011). Результаты фитоэкспертизы показали поражение растений в условиях степной зоны Западного Предкавказья грибом *Rhizoctonia solani* J.G.Kühn.



а

б

Рисунок 3.8 – Симптомы черной ножки (возбудитель *Rhizoctonia solani* J.G.Kühn.) (ориг.):  
 а) на рапсе яровом;  
 б) на горчице сарептской яровой

**Белая ржавчина.** Первые признаки поражения горчицы белой болезнью отмечались в фазе цветения культуры. Симптомы проявления белой ржавчины на растениях горчицы аналогичны таковым на рапсе яровом: на поверхности цветущих кистей, образовывались многочисленные белые блестящие выпуклые «подушечки». Пораженные ветви растений горчицы белой искривлялись и вздувались (рис. 3.9), либо полностью высыхали. Часто поражались все ветви на одном растении. Стручки на таких ветвях растений не сформировывались.



а

б

Рисунок 3.9 – Симптомы белой ржавчины на рапсе яровом  
(возбудитель *Albugo candida* (Pers.) Kuntze) (ориг.):

а) уродливая кисть со спороношением патогена;

б) уродливые, недоразвитые бутоны со спороношением патогена

Поражение горчицы белой болезнью в фазе стеблевания приводило к недоразвитости растений. У растений культуры деформировались листья, покрываясь полностью спороношением патогена (рис. 3.10).



а



б

Рисунок 3.10 – Симптомы белой ржавчины на горчице белой (возбудитель  
*Albugo candida* (Pers.) Kuntze) (ориг.):

а) пораженное недоразвитое растение;

б) спороношение патогена на листьях

На рыжике яровом симптомы белой ржавчины проявлялись в фазе зеленого стручка (рис. 3.11). Вследствие поражения стебля образовавшиеся стручки впоследствии засыхали.



а

б

Рисунок 3.11 – Симптомы белой ржавчины на рыжике яровом  
(возбудитель *Albugo candida* (Pers.) Kuntze) (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 (рис. 3.12). Растения рыжика озимого с пораженными нижними и средними листьями продолжали нормально развиваться с формированием цветков в цветочных кистях обычного размера.



а

б

Рисунок 3.12 – Симптомы белой ржавчины на рыжике озимом  
 (возбудитель *Albugo candida* (Pers.) Kuntze) (ориг.):  
 а) пораженные листья с некрозами красного цвета;  
 б) спороношение патогена на нижней стороне листа

**Бактериоз.** В результате исследований установлено, что при поражении бактериозом яровых и озимых рапса и горчицы сарептской в начале вегетации возбудители болезни, проникая в растение через корень, вызывали побурение гипокотилия. На семядольных и первых настоящих листьях некрозы распространялись по центральной жилке и по краю листовой пластинки, далее охватывая всю их поверхность и приводя к засыханию растений (Сердюк, Бочкарева, Пивень, 2011) (рис. 3.13).



Рисунок 3.13 – Симптомы бактериоза (возбудители *Xanthomonas campestris* Dows., *Pseudomonas fluorescens* Migula) 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 (рис. 3.14 и 3.15).



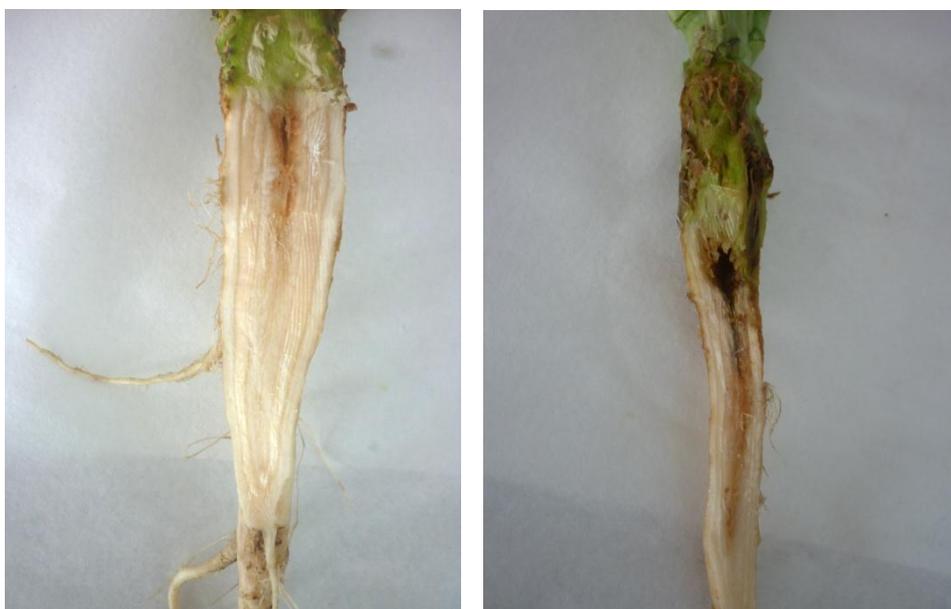
а

б

Рисунок 3.14 – Симптомы бактериального увядания (возбудители *Xanthomonas campestris* Dows., *Pseudomonas fluorescens* Migula) на горчице сарептской яровой (ориг.):

а) пораженное с высокой степенью растение;

б) сгнившая внутренняя часть корня



а

б

Рисунок 3.15 – Симптомы поражения корней рапса озимого бактериальным увяданием (возбудители бактерии *Xanthomonas campestris* Dows., *Pseudomonas fluorescens* Migula) (ориг.):

а) слабая степень (1 балл);

б) сильная степень (3 балла)

**Гетеродез** проявлялся 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, являлись для растений серьезными повреждениями, а также через них в растение легко проникали грибные и бактериальные инфекции: возбудители фузариоза, вертициллеза и бактериоза, что вызывало увядание растений.

Болезнью поражались также корни проростков и молодых растений масличных культур семейства Капустные при выпадении большого количества осадков. В этом случае корень растения чернел, начиная с конца к корневой шейке и растение засыхало (рис. 3.16).



а

б

Рисунок 3.16 – Гетеродез (возбудитель нематода *Heterodera schachtii* Schmidt.)

(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, Шипиевская, Горлова, Трубина, 2017).

Виресценция на растениях характеризовалась позеленением цветков, которые часто израстали. Чашелистики утолщались, становились выпуклыми (рис. 3.17 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 (рис. 3.17 б).

Филлодии на масличных культурах семейства Капустные 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 (рис. 3.17 в).



Рисунок 3.17 – Симптомы фитоплазмоза (возбудители фитоплазмы *Aster yellows*) на рапсе озимом (ориг.):

- а) виресценция; б) карликовость;  
в) филлодии

### ***Болезни грибного происхождения***

**Альтернариоз.** 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 (рис. 3.18).



а

б

Рисунок 3.18 – Симптомы альтернариоза (возбудители *Alternaria* spp.) на листе горчицы сарептской (ориг.):

а) яровой;

б) озимой

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 было.

На стеблях масличных культур семейства Капустные визуализировались темные, блестящие пятна различной величины и конфигурации, чаще вытянутые вдоль стебля. В некоторых случаях альтернариозом поражались и цветоножки (Сердюк, 2008). 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 (Вредные организмы в посевах..., 2020). Если поражалась верхушка стручка или некрозы располагались вдоль шва створок, то часто стручки преждевременно растрескивались, что приводило к высыпанию семян (рис. 3.19).



а

б

Рисунок 3.19 – Симптомы альтернариоза (возбудители *Alternaria* spp.) на стручках рапса озимого (ориг.):

- а) некрозы со степенью поражения 1-4 балла;
- б) некрозы со степенью поражения 4 балла

В своих исследованиях мы наблюдали сумчатую стадию – грибы рода *Pleospora* Rabenh. ex Ces. & De Not. Эта стадия была представлена одиночными шаровидными черными псевдотециями с круглым устьищем, диаметром 150-200 мкм (рис. 3.20).



Рисунок 3.20 – Псевдотеции гриба рода *Pleospora* Rabenh. ex Ces. & De Not. на стручке рапса озимого (ориг.) (увеличение 100х)

**Фомоз**, или **сухая гниль**. Первые признаки фомоза отмечали 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 (Защита посевов рапса , 2012). Через некоторое время в местах некрозов появлялись черные пикниды возбудителя болезни (рис. 3.21).



Рисунок 3.21 – Симптомы фомоза (возбудитель *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not) на листе рапса озимого (ориг.)

В лабораторных условиях в 92-94 % случаев из пораженных тканей листьев выделялся гриб *L. maculans*, в редких случаях – *L. biglobosa*. 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. Они могут медленно увеличиваться и полностью охватывать стебель. Впоследствии кора стебля в местах этих некрозов светлела, приобретала серый цвет, и на ее поверхности появлялись многочисленные черные пикниды. Если мицелий патогена распространялся вглубь стебля, а некроз увеличивался в длину, то стебли чернели, становились трухлявыми, и растение погибало. Поражение стебля на уровне почвы (корневой рак и некроз шейки) часто распространялся на корневую систему, вызывая черные изъязвления и корневую сухую гниль (рис. 3.22).



а



б



в



Г

Д

Рисунок 3.22 – Симптомы фомоза (возбудитель *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not) 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 (рис. 3.23).



Рисунок 3.23 – Симптомы поражения внутренних тканей грибом *Leptosphaeria biglobosa* R.A. Shoemaker & H. Brun без проявления признаков фомоза на поверхности стеблей рапса озимого (ориг.)

Поражение растений фомозом резко возрастало при повреждении черешков листьев личинками скрытнохоботников (*Ceutorhynchus Germar*) (рис. 3.24). При этом мицелий возбудителя болезни за короткое время распространялся по черешкам, попадая в ткани стебля в местах прикрепления к нему листьев.



а

б

Рисунок 3.24 – Черешок листа рапса озимого, заселенного личинками скрытнохоботника капустного стеблевого (*Ceutorhynchus quadridens* Panz.) (ориг.):

- а) внешние потемнения на черешке листа,
- б) личинки скрытнохоботника внутри черешка листа

**Пепельная гниль.** По нашим наблюдениям, симптомами пепельной гнили на масличных культурах семейства Капустные являлось общее увядание растений вследствие того, что пораженные сосудистые пучки забивались мицелием патогена (рис. 3.25).



а

б

в



г



д

Рисунок 3.25 – Симптомы пепельной гнили (возбудитель *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid) на яровых масличных культурах семейства Капустные (ориг.):

а) горчице белой; б) горчице сарептской;

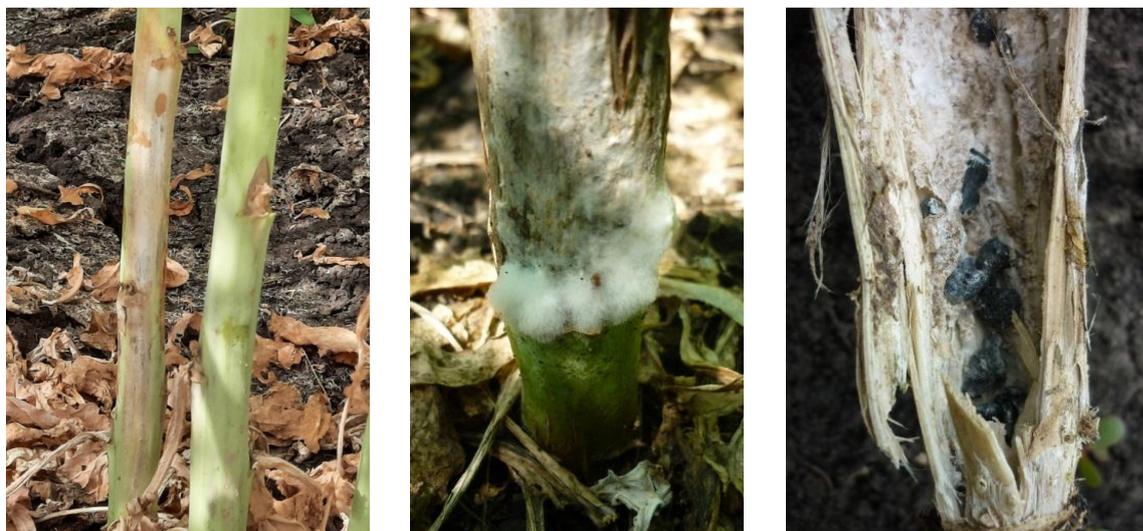
в) горчице черной; г) рыжике;

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 микросклерозии (Вредные организмы..., 2020). Кора пораженных стеблей часто трескалась и отслаивалась.

**Склеротиниоз, или белая гниль.** 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 склерозии (Сердюк, Бочкарева, Пивень, 2011; Пивень, Сердюк, 2011) (рис. 3.26).

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.



а

б

в

Рисунок 3.26 – Стадии развития склеротиниоза (возбудитель *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) (ориг.):

а) слизистое мокнущее пятно на стебле горчицы черной;

б) ватообразный налет на стебле горчицы сарептской яровой;

в) склероции внутри стебля рапса ярового

Также в ходе исследований отмечали разные формы проявления болезни: прикорневую, стеблевую, верхушечную (рис. 3.27).



а

б

в

Рисунок 3.27 – Формы склеротиниоза (возбудитель *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) на рапсе озимом (ориг.):

а) прикорневая; б) стеблевая; в) верхушечная

Степень развития болезни на растениях всех изучаемых культур в большинстве случаев составляла 3-4 балла (рис. 3.28).

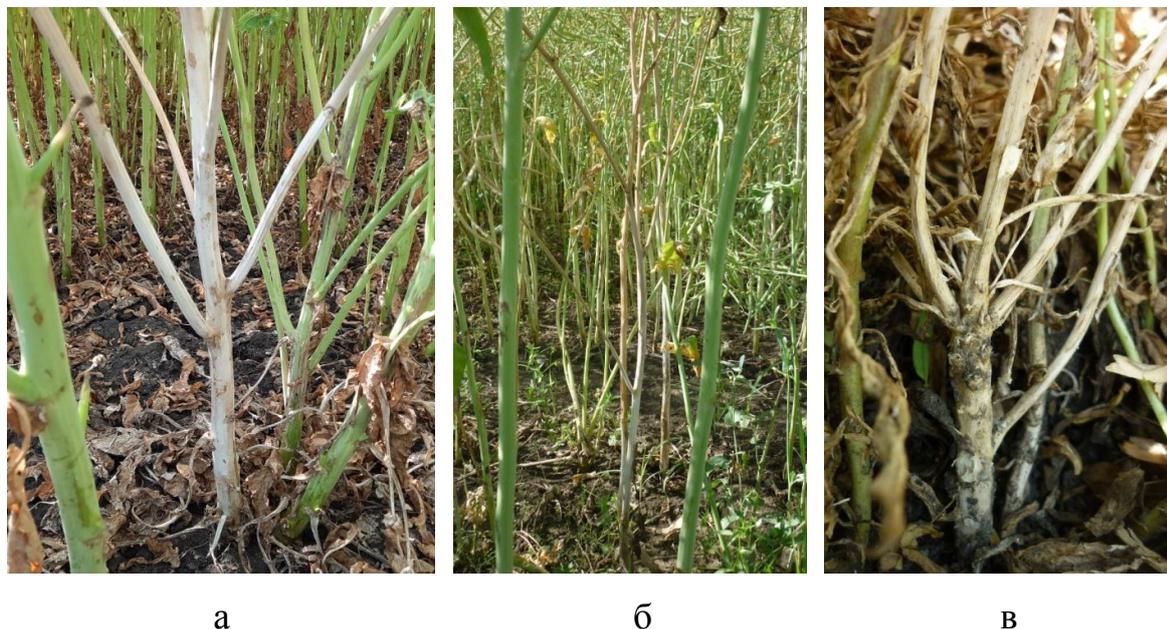


Рисунок 3.28 – Симптомы склеротиниоза (возбудитель *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) на растениях озимых масличных культур семейства Капустные со степенью поражения 4 балла (ориг.):

- а) рапса озимого;
- б) горчицы сарептской озимой;
- в) рыжика озимого

**Ботридиоз, или серая гниль** проявлялся на озимых рапсе и горчице сарептской в начале фазы зеленого стручка при интенсивных осадках или при обильных росах. 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 (рис. 3.29 а, б). Позже в этих местах образовывались черные мелкие склероции патогена.



а

б

в

Рисунок 3.29 – Спороношение возбудителя ботридиоза *Botrytis cinerea* Pers.

на рапсе озимом (ориг.):

а) на листе;

б) на поверхности стручка;

в) внутри трещины стебля

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 (рис. 3.29 в).

**Мучнистая роса.** На яровых и озимых рапсе и горчице сарептской, а также на горчице белой, горчице черной и рыжике яровом для мучнистой росы было характерно появление на листьях (с верхней стороны), стеблях и стручках белого рыхлого налета (рис. 3.30).

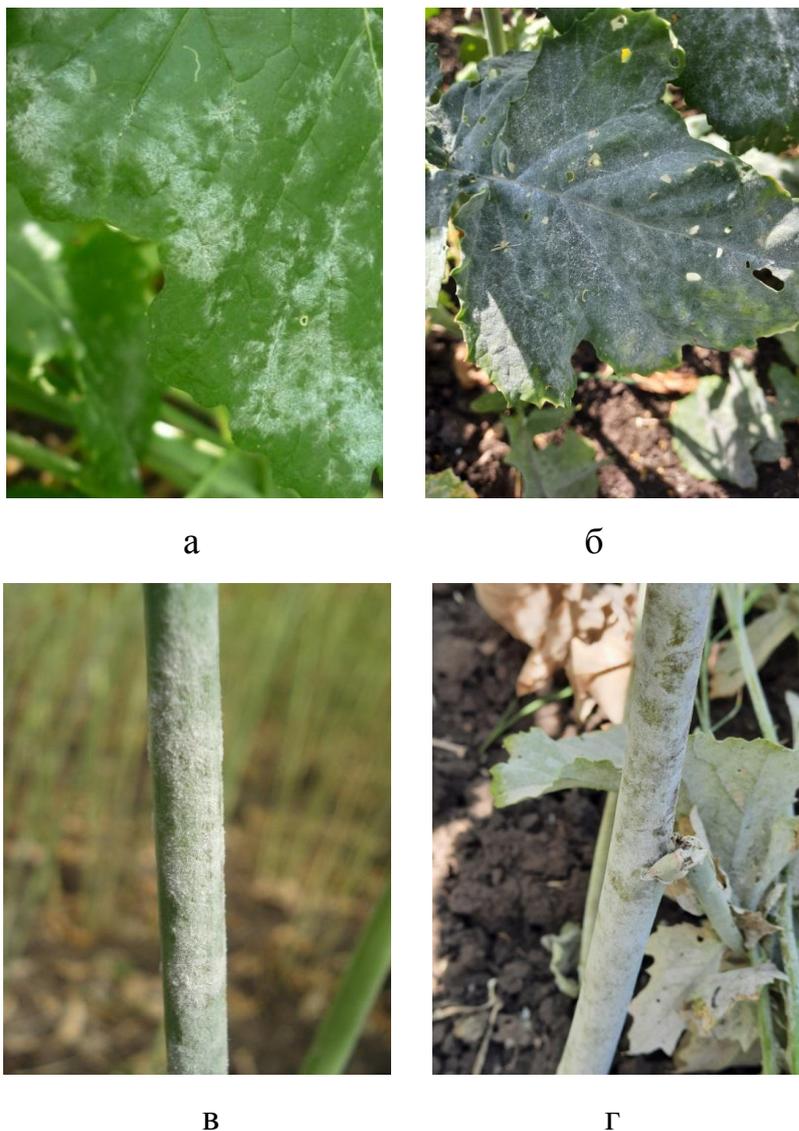


Рисунок 3.30 – Симптомы мучнистой росы (возбудитель *Erysiphe cruciferarum* Opiz ex L. Junell) на яровых горчице сарептской и горчице черной (ориг.):  
 а) мицелий возбудителя болезни на верхней стороне листа горчицы черной;  
 б) мицелий возбудителя болезни на верхней стороне листа горчицы сарептской;  
 в) мицелий возбудителя болезни на стебле горчицы черной;  
 г) мицелий возбудителя болезни на стебле горчицы сарептской

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.

Проявление мучнистой росы на рыжике озимом отличалось от других культур. Покрытые густым белым налетом пораженные ветви растений рыжика озимого впоследствии быстро засыхали, становились коричневого цвета, часто искривлялись (рис. 3.31).

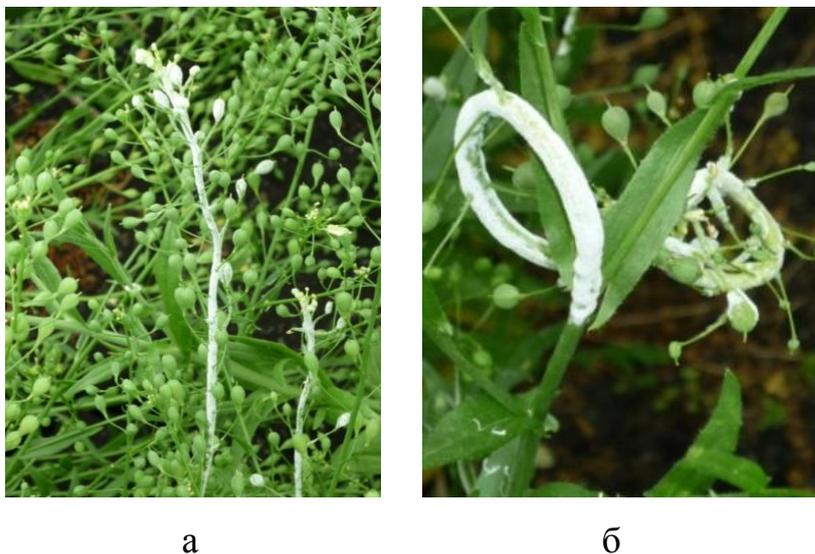


Рисунок 3.31 – Симптомы мучнистой росы (возбудитель *Erysiphe cruciferarum* Opiz ex L. Junell) на рыжике озимом (ориг.):

- а) мицелий возбудителя на ветвях;
- б) искривление пораженной ветви

**Фузариоз.** Ежегодно отмечали поражение фузариозом яровых масличных культур семейства Капустные и рыжика озимого. Первое проявление признаков болезни на растениях наблюдали 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 (рис. 3.32).



Рисунок 3.32 – Симптомы фузариоза (возбудители *Fusarium* spp.) в форме корневой гнили в начале развития растений (ориг.):

а) на горчице белой;

б) на рапсе яровом

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 (рис. 3.33).

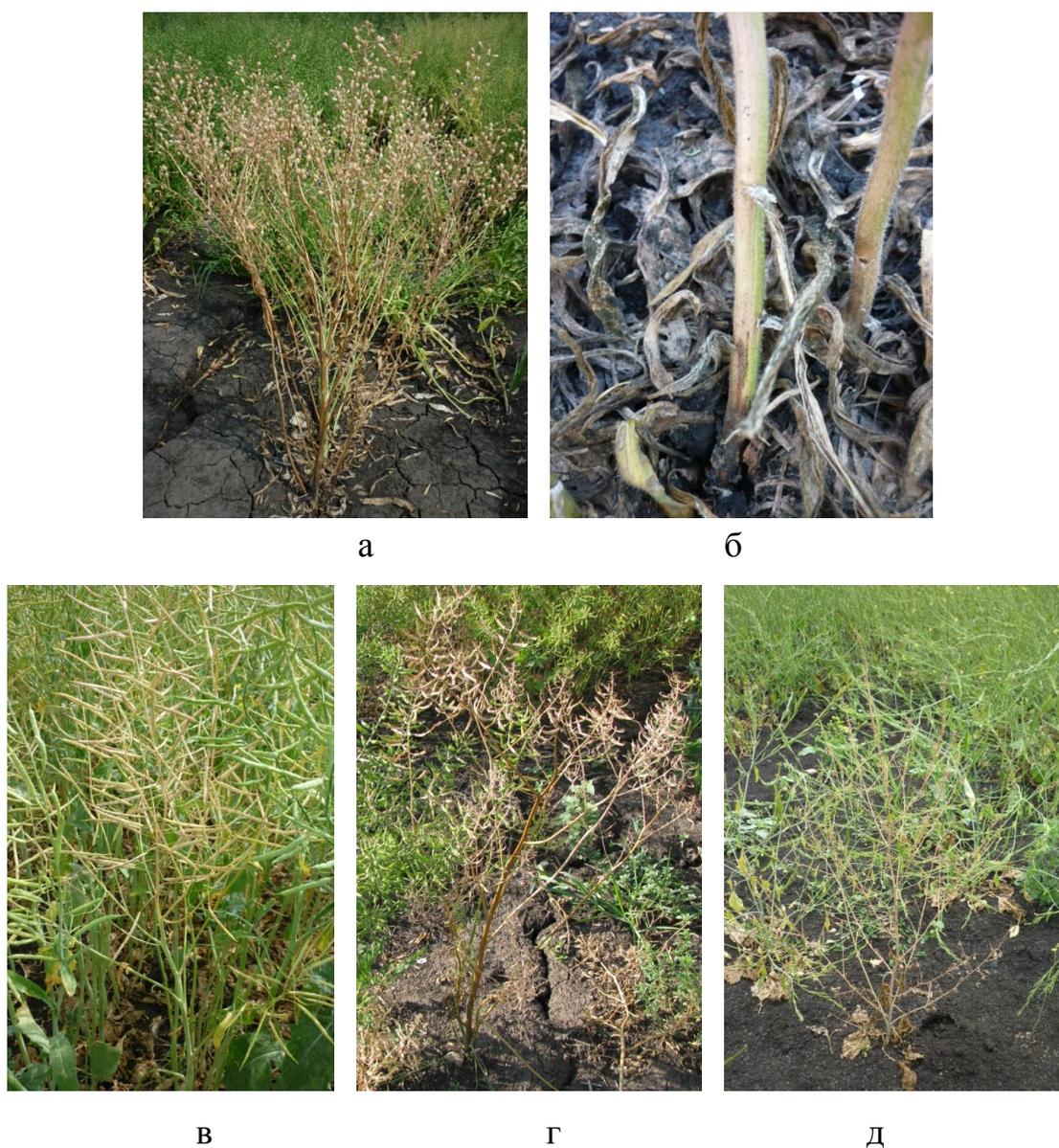


Рисунок 3.33 – Симптомы фузариозного увядания (возбудители *Fusarium* spp.) растений (ориг.):

- а) на рыжике яровом; б) на рыжике озимом;  
 в) на рапсе яровом; г) на горчице белой; д) на горчице черной

В некоторых случаях инфицирование корней растений возбудителями фузариозного увядания происходило вследствие повреждения их личинками скрытнохоботника стеблевого капустного (*Ceutorhynchus quadridens* Panz.) (рис. 3.34).



Рисунок 3.34 – Личинка скрытнохоботника стеблевого капустного (*Ceutorhynchus quadridens* Panz.) в тканях корневой шейки горчицы белой (ориг.)

Кроме этого, в отдельные годы выявлены единичные растения озимых рапса и горчицы сарептской с признаками фомоза (прикорневой формы) и фузариозного увядания (рис. 3.35). Из тканей корней с симптомами фузариозного увядания выделялся гриб *F. oxysporum*.



Рисунок 3.35 – Симптомы поражения корней горчицы озимой грибом *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans. (ориг.)

Чаще встречались растения озимых рапса и горчицы сарептской, зараженные грибом *Fusarium graminearum* Schwabe. Внешне симптомы на пораженных тканях похожи на реакцию растений на недостаток фосфора в почве (рис. 3.36).



а

б

Рисунок 3.36 – Признаки заражения растений рапса озимого грибом *Fusarium graminearum* Schwabe (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.

**Вертициллезное увядание.** 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. Стебель и ветви у пораженных растений становились хрупкими, изменяли цвет с зеленого на светло-желтый (рис. 3.37). На поперечных срезах стебля или корня больных растений отмечалось потемнение сосудистых пучков (Вертициллезное увядание рапса..., 2018).



Рисунок 3.37 – Симптомы вертициллезного увядания (возбудитель *Verticillium dahliae* Klebahn) (ориг.):

- а) рапса ярового;
- б) рыжика озимого;
- в) горчицы сарептской яровой

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 микросклеротии возбудителя болезни (рис. 3.38).



Рисунок 3.38 – Микросклероции возбудителя вертициллезного увядания (возбудитель *Verticillium dahliae* Klebahn) на стебле рапса озимого (ориг.)

Таким образом, в результате исследований уточнены симптомы проявления болезней на озимых и яровых рапсе и горчице сарептской в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Описаны симптомы поражения болезнями горчицы белой, горчицы черной, озимого и ярового рыжика.

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.

#### **3.4 Влияние увлажнения территории на поражаемость агроценозов масличных культур семейства Капустные инфекционными болезнями**

Интенсивность распространенности и развития болезней растений зависит от трех составляющих: восприимчивого растения, вирулентного патогена и условий 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, Joshi, Mandokhot , 2005; Hill S. N., Hausbeck, 2009; The effects of recent..., 2016). 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; The effect of climate..., 2012; Velásquez, Castroverde, He, 2018). Поэтому при проведении мониторинга необходимо учитывать метеорологические условия, складывающиеся в течение вегетации культур.

В ходе исследований особое внимание обращали на метеорологические условия, складывающиеся в период первая декада мая–вторая декада июля, когда наблюдаются симптомы проявления большинства болезней, наносящих вред урожаю масличных культур семейства Капустные. Вычисляли гидротермический коэффициент (ГТК) на основании данных осадков и средней температуры воздуха, который показывает уровень увлажнения среды за определенный период, а также учитывали относительную влажность воздуха.

Анализ метеорологических условий показал, что в 2011–2022 гг. ГТК за изучаемый период (первая декада мая-вторая декада июля) составлял 0,7-1,6, что свидетельствует о разном уровне увлажнения территории: от недостаточного до избыточного (Приложение А.1-А.12).

С 2011 по 2014 гг. увлажнение среды за этот период характеризовалось как недостаточное – ГТК составил 0,7-0,9. В 2015 и 2016 гг. произошло резкое увеличение ГТК – до 1,6, что свидетельствует об избыточном увлажнении территории. В 2017 г. отмечено незначительное снижение ГТК (на 0,2), который составил 1,4, и увлажнение среды в этот период было оптимальным. В 2018 г. показатель ГТК резко снизился – до 0,7 и увлажнение среды в течение изучаемого периода в этом году, так же, как и в следующем, было недостаточным (в 2019 г. ГТК = 0,8), а с 2020 г. увлажнение среды стало увеличиваться с оптимального (в 2020 г. ГТК = 1,0; в 2021 г. ГТК = 1,2) до избыточного в 2022 г. – ГТК = 1,6 (рис. 3.39). Кроме этого, в мае 2013 г. отмечена сильная засуха (ГТК = 0,2), которая способствовала приостановлению развития и распространения патогенов в агроценозах масличных культур семейства Капустные в этот период.

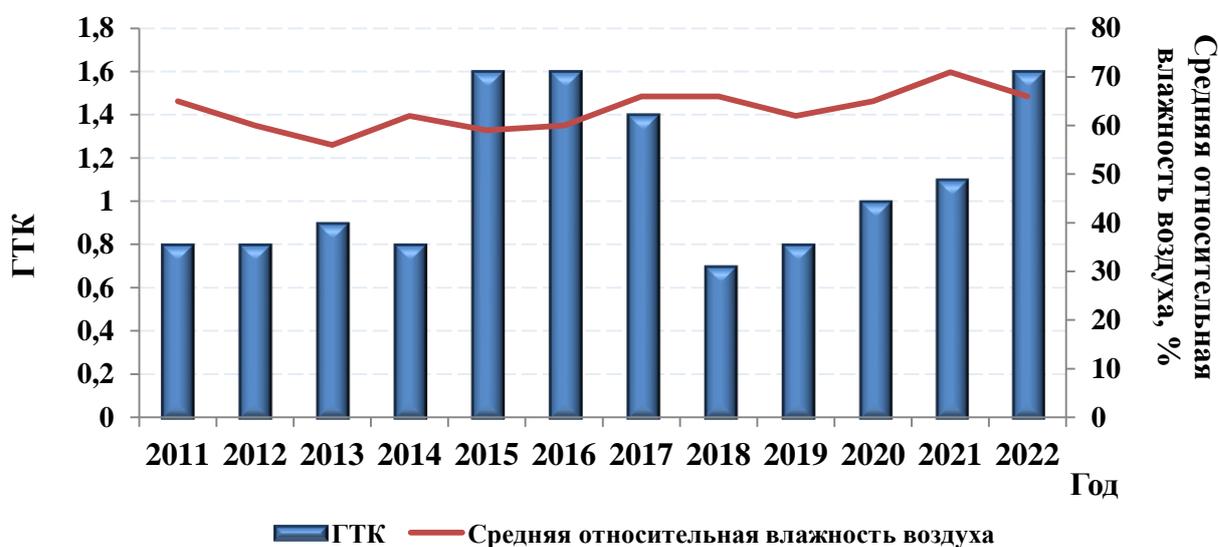


Рисунок 3.39 – Средняя относительная влажность воздуха и ГТК за период первая декада мая-вторая декада июля, степная зона Западного Предкавказья, 2011-2022 гг. (Приложение А1-А12)

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 %.

Многолетние данные фитосанитарного мониторинга агроценозов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья по распространенности болезней представлены в виде диапазона показателей:

- – отсутствие пораженных растений;
  - + – низкая распространенность болезни (поражено от 1 до 10 % растений);
  - ++ – средняя распространенность болезни (поражено от 11 до 50 % растений);
  - +++ – высокая распространенность болезни (поражено 51 % растений и более)
- (Сердюк, Трубина, Горлова, 2019; Serdyuk, Trubina, Gorlova, 2020).

Выявлено, что распространенность **пероноспороза** не зависела от погодных условий: она была высокой на яровых горчице белой и черной, а также озимых и яровых рапсе и горчице сарептской во все годы исследований (табл. 3.5). Степень поражения растений всех культур болезнью не превышала 1 балл.

Таблица 3.5 – Распространенность пероноспороза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 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
<b>Яровая форма</b>												
Рапс	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица белая	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица черная	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Рыжик	+	+	+	++	+	++	++	++	++	+++	+++	+++

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Озимая форма												
Рапс	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Рыжик	–	–	–	–	+	+++	+++	+	+	+	++	+

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

Отличия выявлены на рыжике как яровом, так и озимом: на рыжике яровом пероноспороз выявлялся ежегодно: распространенность болезни в 2011-2019 гг. варьировала от низкой до средней, а с 2020 по 2022 гг. она была высокой. Степень поражения растений не превышала 1 балл, что существенно ниже в сравнении с озимой формой культуры.

На рыжике озимом до 2015 г. симптомов поражения растений болезнью отмечено не было. В 2015 г. при ГТК = 1,6 отмечены первые растения рыжика озимого с симптомами проявления пероноспороза. В 2016-2017 гг. распространенность болезни была высокой при ГТК = 1,4-1,6. А с 2018 г. количество пораженных растений не превышало 50 %. Степень поражения растений рыжика озимого в годы исследований составляла максимальный 4 балл.

**Белая ржавчина** отмечалась на рапсе яровом и горчице белой с низкой распространенностью (количество больных растений не превысило 10 %) в отдельные годы, на рыжике яровом первые признаки болезни появились в 2014 г., на рыжике озимом – 2015 г. (табл. 3.6).

В дальнейшем болезнь на рыжике яровом наблюдалась ежегодно со средней и высокой частотой встречаемости (15-60 % пораженных растений) при разных значениях ГТК и относительной влажности воздуха за исключением 2015 г., когда количество пораженных растений не превысило

10 %, несмотря на высокое значение ГТК (1,6) в сочетании с невысокой относительной влажностью воздуха (59 %).

Таблица 3.6 – Распространенность белой ржавчины в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Горчица сарептская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рыжик	-	-	-	-	+	+	+	+	+	++	++	+++

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

Распространенность белой ржавчины на рыжике озимом с 2015 по 2019 гг. была низкой при сочетании высокого ГТК и средней относительной влажности воздуха, а также при сочетании низкого ГТК и высокой относительной влажности воздуха. С 2020 г. распространенность болезни увеличивалась до средней в 2020-2021 гг. и высокой в 2022 г. Степень поражения растений во все годы исследований составляла 1-3 балла.

**Черная ножка** выявлена на яровых рапсе и горчице сарептской в отдельные годы с низкой распространенностью при разных значениях ГТК и

относительной влажности воздуха (табл. 3.7). Количество пораженных растений этих культур не превышало 10 %.

Таблица 3.7 – Распространенность черной ножки в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 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	–	–	+	+	–	–	+	+	+	+	+	+
Горчица сарептская	–	–	–	+	+	–	+	+	+	+	+	+
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

На озимых рапсе и горчице сарептской черная ножка встречалась гораздо чаще, а с 2017 г. пораженные болезнью растения этих культур отмечались ежегодно, их количество составляло 3-9 %. Степень поражения растений во все годы исследований составляла 1-2 балла. На остальных масличных культурах семейства Капустные признаков поражения растений болезнью выявлено не было.

Признаки поражения растений **бактериозом** в виде трахеомикозного увядания не были отмечены в агроценозах горчицы черной и горчицы белой за

исключением 2021 г., когда встречались единичные растения горчицы белой с симптомами болезни (табл. 3.8).

Таблица 3.8 – Распространенность бактериального увядания в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Горчица сарептская	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Рыжик	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

Возбудители бактериального увядания выделялись из растений рыжика ярового ежегодно, рапса ярового – в отдельные годы с низкой распространенностью, количество пораженных растений не превысило 10 %.

В агроценозе горчицы сарептской яровой болезнь отмечалась во все годы исследований, причем за последние годы количество пораженных растений горчицы сарептской стало увеличиваться: с 2011 по 2019 гг. болезнь отмечалась с низкой распространенностью независимо от показателей ГТК и средней относительной влажности воздуха за исследуемый период, в 2020-2021 гг. – с высокой распространенностью при сочетании оптимального ГТК (1,0-1,1) и увеличивающейся до 71 % средней относительной влажности воздуха,

количество пораженных растений составляло 51-55 %. В 2022 г. Распространенность болезни на горчице сарептской снизилась до среднего уровня при сочетании высокого ГТК (1,6) и средней относительной влажности воздуха, составляющей 66 %. Степень поражения яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика составляла 1-3 балла с преобладанием 1 балла.

Озимые рапс, горчица сарептская и рыжик поражались бактериальным увяданием ежегодно с низкой распространенностью при разных показателях ГТК и относительной влажности воздуха (1-10 %). Их степень поражения составляла 1-2 балла с преобладанием 1 балла.

**Гетеродез** встречался на всех культурах за исключением озимого и ярового рыжика. На горчице белой и горчице черной болезнь отмечалась с низкой распространенностью только в 2013, 2016, 2021 и 2013, 2017, 2021 гг. соответственно (табл. 3.9).

Таблица 3.9 – Распространенность гетеродеза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 2011-2022 гг.

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

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

В посевах рапса ежегодно выявляли пораженные болезнью растения в количестве, не превышающем 10 %, за исключением 2011, 2015, 2019 гг. (ярового) и 2011, 2013, 2016 гг. (озимого). В 2021 г. В агроценозе рапса озимого распространенность гетеродеза увеличилась, количество пораженных растений превысило 10 % при высокой средней относительной влажности воздуха за изучаемый период (71 %) и ГТК, превышающем 1,0.

На горчице сарептской установлена разница в поражении разных форм культуры: на горчице яровой растения, пораженные гетеродезом, отмечали ежегодно с низкой, а в 2021 г. – со средней распространенностью. На горчице озимой болезнь встречалась ежегодно с низкой распространенностью за исключением 2012, 2014 и 2016 гг., а в 2021 г. она так же увеличилась до средней. Во все годы исследования на всех культурах степень поражения растений составляла в большинстве случаев 1 балл.

Распространенность **фитоплазма** в агроценозах масличных культур семейства Капустные была низкой во все годы исследований, количество пораженных растений не превышало 10 % (табл. 3.10).

Таблица 3.10 – Распространенность фитоплазма в посевах масличных культур семейства Капустные, 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	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Горчица черная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	–	+	–	+	+	–	+	–	+	–

Продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Озимая форма												
Рапс	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Горчица сарептская	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+
Рыжик	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

Не отмечено поражения болезнью горчицы белой и горчицы черной. В посевах рапса озимого ежегодно выявлялись растения с симптомами разных форм фитоплазмоза, в посевах рапса ярового больные растения отсутствовали в 2013, 2016, 2017 и 2022 гг. независимо от погодных условий. На горчице сарептской яровой фитоплазмоз отмечали в те же годы, что и на рапсе яровом, на горчице сарептской озимой – в отдельные годы независимо от погодных условий. Растения рыжика озимого, пораженные фитоплазмозом, выявлялись ежегодно, рыжика ярового – в отдельные годы, начиная с 2014 г. Степень поражения растений болезнью составляла 1-3 балла.

**Альтерналиоз.** В равной степени поражал как яровые, так и озимые масличные культуры семейства Капустные во все годы проведения исследований (табл. 3.11).

Увлажнение среды колебалось от избыточного в 2015-2016 и 2022 гг. (ГТК = 1,6) до оптимального в 2017 и 2020-2021 гг. (ГТК = 1,0-1,4) и недостаточного в 2011-2014 и 2018- 2019 гг. (ГТК = 0,7-0,9) в сочетании с широким диапазоном значений относительной влажности воздуха: от 56 до 71 %. Однако разные показатели погоды не оказали влияния на распространенность альтернариоза, которая на яровых и озимых рапсе и горчице сарептской, на горчице белой и горчице черной варьировала от

средней до высокой (количество пораженных растений достигало 65 %), а на яровом и озимом рыжике – она была низкой (от 1 до 10 %).

Таблица 3.11 – Распространенность альтернариоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 2011-2022 гг.

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

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

Степень поражения болезнью большинства растений яровых горчицы белой и черной, а также рыжика ярового и озимого составляла 1-2 балла во все годы исследований; растений яровых и озимых рапса и горчицы сарептской – от 1 до 4 баллов с преобладанием 1-2 баллов.

**Фомоз** во все годы исследований отмечался на озимых рапсе и горчице сарептской со средней и высокой распространенностью при разных сочетаниях ГТК и относительной влажности воздуха (табл. 3.12).

Таблица 3.12 – Распространенность фомоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 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	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	++	+++	++	++	++	+++	+++	+++	++	+++
Рыжик	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

На яровых рапсе, горчице сарептской и белой болезнь выявлялась в отдельные годы с низкой распространенностью: на рапсе в 2012 и 2017 гг., на горчице белой – в 2011, 2012, 2017, 2018 гг., на горчице сарептской чаще – в 2011-2013, 2015-2018 гг. при разных значениях ГТК и средней относительной влажности воздуха. Признаки поражения горчицы черной фомозом выявлены только в 2012 г. с низкой распространенностью при сочетании относительной влажности воздуха за исследуемый период 59 % и ГТК = 0,8. В посевах рыжика как ярового, так и озимого за все годы исследований не было отмечено пораженных фомозом растений.

Степень поражения растений всех культур болезнью варьировала от 1 до 4 баллов с преобладанием 1-2 баллов.

**Пепельная гниль.** Возбудитель болезни чаще всего выделялся из растений яровых рапса, горчицы сарептской и горчицы белой. Распространенность пепельной гнили на этих культурах была низкой во все годы проявления симптомов болезни на растениях при разных сочетаниях показателей ГТК и относительной влажности воздуха за изучаемый промежуток времени за исключением 2022 г., когда на рапсе яровом количество пораженных растений увеличилось до 20 % (табл. 3.13).

Таблица 3.13 – Распространенность пепельной гнили в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 2011-2022 гг.

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

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

В агроценозе рапса озимого болезнь отмечена только в 2011 г., в агроценозах яровых горчицы черной и рыжика – в 2022 г. с низкой распространенностью.

Степень поражения растений всех культур болезнью варьировала от 2 до 3 баллов с преобладанием 2 баллов.

Признаки поражения растений **склеротиниозом** чаще выявлялись на озимых рапсе, горчице сарептской и рыжике с низкой и средней распространенностью независимо от погодных условий со степенью поражения болезнью в большинстве случаев – 3-4 балла (табл. 3.14).

Таблица 3.14 – Распространенность склеротиниоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 2011-2022 гг.

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

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

В отдельные годы болезнь отмечалась на яровых культурах: с низкой распространенностью в посевах рапса в 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2020 гг. и горчицы сарептской – в 2011, 2012, 2014-2017, 2019, 2020 гг., а на рыжике – с низкой и средней распространенностью в 2014, 2016-2020 гг. так же независимо от погодных условий.

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 %).

Степень поражения растений яровых масличных культур семейства Капустные болезнью составляла от 1 до 3 баллов с преобладанием 1-2 баллов.

Признаки проявления **ботридиоза** 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 (табл. 3.15).

Таблица 3.15 – Распространенность ботридиоза в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 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	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-
Горчица сарептская	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-
Рыжик	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

Вместе с тем, установлено, что интенсивные распространённость и развитие болезни наблюдались после ливневых дождей в течение нескольких суток подряд в фазе зеленого стручка (до 3-4 суток). Поражению растений ботридиозом способствовало растрескивание стеблей вследствие резких перепадов температуры воздуха весной. Степень поражения болезнью растений озимых рапса и горчицы сарептской составляла 1-3 балла с доминированием 1 балла.

Распространённость **мучнистой росы** была высокой во все годы исследований независимо от погодных условий на озимых и яровых рапсе и горчице сарептской, а также горчице черной (табл. 3.16).

Таблица 3.16 – Распространённость мучнистой росы в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 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	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Горчица сарептская	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Рыжик	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

Примечание: Распространённость болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)



Продолжение таблицы 3.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Горчица черная	++	+++	+++	++	+	+	+	++	+++	+++	++	+++
Рыжик	+	+	++	+	++	+	+	+++	++	+++	++	++
Озимая форма												
Рапс	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Горчица сарептская	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Рыжик	+	+	+	+	+	++	+	-	+	+	-	++

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

Степень поражения болезнью большинства растений яровых культур составляла 3-4 балла во все годы исследований.

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 %).

**Вертициллезное увядание** на озимых культурах с низкой распространенностью выявлялось: на рапсе ежегодно, на рыжике – только в 2013 г., количество пораженных растений рапса и рыжика не превышало 10 % (табл. 3.18).

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 3.18 – Распространенность вертициллезного увядания в агроценозах масличных культур семейства Капустные, 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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Горчица сарептская	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыжик	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание: Распространенность болезни:

+ – низкая (поражено до 10 % растений);

++ – средняя (поражено от 11 до 50 % растений);

+++ – высокая (поражено 51 % растений и более)

На яровых горчице белой, горчице черной и рыжике, а также озимой горчице сарептской признаков поражения растений вертициллезным увяданием в годы исследований обнаружено не было. Степень поражения растений всех изученных масличных культур семейства Капустные болезнью составляла 1-2 балла.

Таким образом, в результате исследований установлено, что в 2011-2022 гг. в условиях степной зоны Западного Предкавказья озимые масличные культуры семейства Капустные поражались преимущественно такими

болезнями как пероноспороз, мучнистая роса, фомоз, склеротиниоз, альтернариоз; яровые – пероноспороз, мучнистая роса, фузариозное увядание, альтернариоз. Распространенность болезней не зависела от уровня увлажнения среды (ГТК) с первой декады мая по вторую декаду июля в сочетании с показателем относительной влажности воздуха за изучаемый период в годы исследований. Кроме этого не отмечена цикличность в распространенности изученных болезней.

#### 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, т.е. эти болезни являются для урожая, получаемого с каждого растения, вредоносными. Однако низкая и средняя распространенность некоторых болезней не позволяет им снижать урожай культур в посевах. Помимо этого существуют инфекционные болезни, которые даже при высокой распространенности не влияют на урожай семян культур (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Характеристика болезней масличных культур семейства Капустные в степной зоне Западного Предкавказья

Характеристика болезни	Форма масличных культур семейства Капустные		
	яровая	озимая	озимый рыжик
Высокая распространенность, не вредоносная	Пероноспороз, Мучнистая роса	Пероноспороз, Мучнистая роса	Белая ржавчина
Высокая распространенность, вредоносная	Альтернариоз, Фузариозное увядание	Альтернариоз, Фомоз	Пероноспороз, Мучнистая роса
Средняя распространенность, вредоносная	Не выявлено	Склеротиниоз	Фузариозное увядание
Низкая распространенность, вредоносная	Склеротиниоз, Фомоз, Ботридиоз, Фитоплазмоз, Гетеродез, Бактериоз, Вертициллезное увядание, Белая ржавчина, Черная ножка	Ботридиоз, Бактериоз, Фитоплазмоз, Гетеродез, Вертициллезное увядание, Черная ножка	Фитоплазмоз, Бактериоз, Альтернариоз, Склеротиниоз

К таким болезням относятся пероноспороз и мучнистая роса: за все годы исследований при распространенности болезней 100 % степень поражения растений озимых и яровых культур не превышала 1 балла, снижения урожая семян и его качества не происходило. Исключение составлял только рыжик озимый: поражение посевов культуры пероноспорозом и мучнистой росой в условиях степной зоны Западного Предкавказья приводило к значительному снижению урожая семян.

Для яровых масличных культур семейства Капустные за годы исследований наиболее распространенными 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 распространенность, приводило к существенному вреду. На рыжике озимом, кроме вредоносных болезней: мучнистой росы и пероноспороза, существенный урон урожаю семян наносило фузариозное увядание, хотя распространенность болезни была средней.

Поражение посевов озимых и яровых масличных культур семейства Капустные остальными изученными болезнями снижало продуктивность растений, но ввиду их низкой распространенности не наносило ощутимого ущерба урожаю семян. Снижение продуктивности растений вследствие поражения болезнью в разной степени характеризует ее вредоносность, показатели которой выражают в процентах.

Вредоносность болезней вычисляли по степени поражения растений отдельно для каждого балла и подразделяли на:

- низкую – до 15,0 %;
- среднюю – 15,1-30,0 %;
- высокую – 30,1 % и выше.

Данные по фактической и потенциальной вредоносности болезней 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, т.к. 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 % (Приложение Б.1, табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Вредоносность белой ржавчины при поражении яровых рапса, горчицы белой и рыжика, 2015-2022 гг.

Культура	Вредоносность белой ржавчины, % при степени поражения растения, балл			
	1	2	3	Среднее
Рапс яровой*	30,5	70,0	100	66,8
Горчица белая**	32,6	68,4	100	67,0
Рыжик яровой***	31,5	59,0	100	63,5

\* - 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 (Приложение Б.2, табл. 4.3).

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.

Таблица 4.3 – Вредоносность бактериального увядания при поражении масличных культур семейства Капустные, 2020-2022 гг.

Культура	Вредоносность бактериального увядания, % при степени поражения растения, балл			
	1	2	3	Среднее
Яровая форма				
Рапс	32,0	64,0	82,0	59,3
Горчица сарептская	34,6	70,3	90,0	65,0
Рыжик	30,4	65,0	76,2	57,2
Озимая форма				
Рапс	18,6	48,6	68,6	45,3
Горчица сарептская	22,4	54,7	74,5	50,5
Рыжик	20,4	46,8	72,6	46,6

**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 (Приложение Б.3, табл. 4.4).

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.

Таблица 4.4 – Вредоносность фитоплазмоза при поражении масличных культур семейства Капустные, 2017-2022 гг.

Культура	Вредоносность фитоплазмоза, % при степени поражения растения, балл			
	1	2	3	Среднее
Яровая форма				
Рапс*	28,2	54,2	100	60,8
Горчица сарептская*	26,4	60,4	100	62,3
Рыжик***	24,0	48,3	100	57,4
Озимая форма				
Рапс*	22,3	53,0	100	58,4
Горчица сарептская**	20,2	45,2	100	55,1
Рыжик*	24,0	46,4	100	56,8

\* - Учеты проведены в 2018-2021 гг.

\*\* - Учеты проведены в 2018, 2021-2022 гг.

\*\*\* - Учеты проведены в 2017, 2019, 2021 гг.

**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.: *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wilts., *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc, *Alternaria raphani* Groves et Skolko. 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 (табл. 4.5), т.е. в большинстве случаев из пораженных семян масличных

культур семейства Капустные выделялся гриб *A. brassicicola*, который является наиболее вредоносным для изучаемых культур.

Таблица 4.5 – Поражение семян масличных культур семейства Капустные возбудителями альтернариоза, 2014-2018 гг.

Культура	Количество семян, %, 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	8,0	4,0	0
Горчица сарептская	10,6	6,6	2,0	2,0
Горчица белая	5,0	4,0	0	1,0
Горчица черная	5,0	4,0	1,0	0
Рыжик	2,0	2,0	0	0
Озимая форма				
Рапс	18,0	10,0	7,0	1,0
Горчица сарептская	11,0	7,0	3,0	1,0
Рыжик	1,5	1,5	0	0

Для изучения влияния альтернариоза на лабораторную всхожесть и масличность семена всех культур были визуально 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 (рис. 4.1).

У озимых и яровых рапса и рыжика, а также горчицы черной все семена были разделены на две группы: визуально 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), т.к. у этих культур невозможно выделить семена с точечными некрозами из-за их окраски (рис. 4.2).



Рисунок 4.1 – Степень поражения семян горчицы сарептской яровой альтернариозом (ориг.):

- а) слабая – поражено до 25 % тканей семян;
- б) средняя – поражено до 50 % тканей семян;
- в) сильная – поражено до 100 % тканей семян

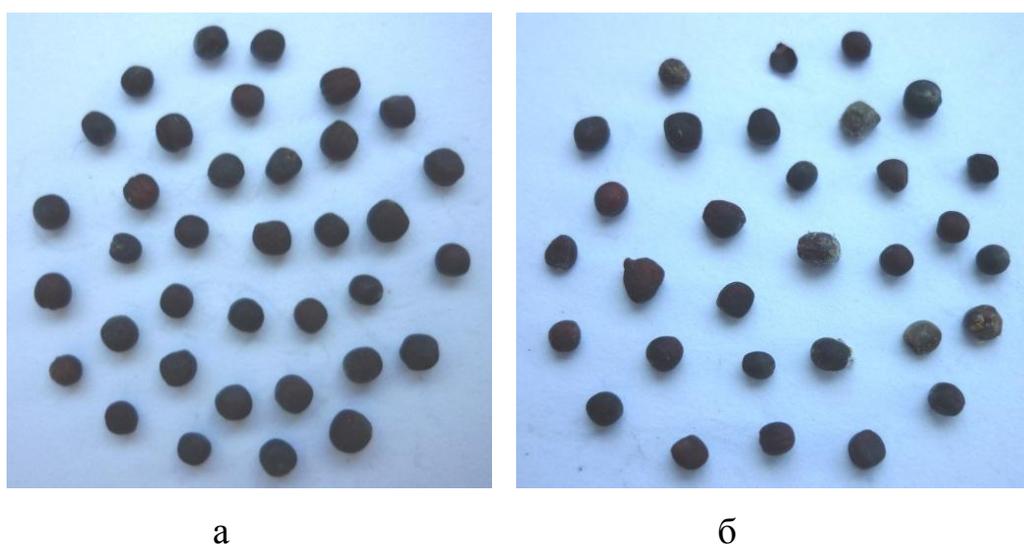


Рисунок 4.2 – Семена рапса ярового (ориг.):

- а) визуально здоровые;
- б) пораженные альтернариозом

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) (табл. 4.6).

Таблица 4.6 – Влияние альтернариоза на лабораторную всхожесть семян яровой и озимой горчицы сарептской и горчицы белой, 2014-2018 гг.

Культура	Лабораторная всхожесть семян, %			
	визуально здоровых	больных со степенью поражения альтернариозом		
		слабая степень	средняя степень	сильная степень
Яровая форма				
Горчица сарептская	97,2	76,7	54,3	3,0
Горчица белая	98,0	77,3	55,6	4,2
Озимая форма				
Горчица сарептская	96,4	75,2	56,2	2,0

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 % (табл. 4.7).

Таблица 4.7 – Влияние альтернариоза на лабораторную всхожесть семян горчицы черной, яровой и озимых рапса и рыжика, 2014-2018 гг.

Культура	Лабораторная всхожесть семян, %	
	визуально здоровых	с признаками поражения альтернариозом
Яровая форма		
Рапс	92,0	18,5
Рыжик	96,0	10,8
Горчица черная	95,0	25,0
Озимая форма		
Рапс	93,0	22,0
Рыжик	97,0	12,2

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 %) (табл. 4.8).

Таблица 4.8 – Влияние альтернариоза на масличность семян яровой и озимой горчицы сарептской и горчицы белой, 2014-2018 гг.

Культура	Масличность семян, %			
	визуально здоровых	больных со степенью поражения альтернариозом		
		слабая степень	средняя степень	сильная степень
1	2	3	4	5
Яровая форма				
Горчица сарептская	46,7	43,0	39,2	26,1
Горчица белая	28,0	25,8	23,0	10,0

## Продолжение таблицы 4.8

1	2	3	4	5
Озимая форма				
Горчица сарептская	47,0	44,5	41,0	20,4

Негативное влияние поражения альтернариозом семян на их масличность отмечалось и у рапса, рыжика и горчицы черной (табл. 4.9).

Таблица 4.9 – Влияние альтернариоза на масличность семян горчицы черной, озимых и яровых рапса и рыжика, 2014-2018 гг.

Культура	Масличность семян, %	
	визуально здоровых	визуально больных
Яровая форма		
Рапс	47,4	39,0
Рыжик	40,5	39,5
Горчица черная	40,0	38,0
Озимая форма		
Рапс	49,6	42,1
Рыжик	40,4	38,8

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 % (Приложение Б.4, табл. 4.10). Наименьшая вредоносность болезни на обеих культурах отмечена при степени поражения растений 1 балл – 13,2-14,1 %.

Таблица 4.10 – Вредоносность фомоза при поражении озимых рапса и горчицы сарептской, 2018-2021 гг.

Культура	Вредоносность фомоза, % при степени поражения растения, балл				
	1	2	3	4	Среднее
Рапс озимый	13,2	26,5	48,1	56,7	36,1
Горчица сарептская озимая	14,1	32,5	45,1	56,6	37,1

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).

**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 (Приложение Б.5, табл. 4.11).

Таблица 4.11 – Вредоносность пепельной гнили при поражении масличных культур семейства Капустные, 2011-2022 гг.

Культура	Вредоносность пепельной гнили, % при степени поражения растения, балл				
	1	2	3	4	Среднее
<b>Яровая форма*</b>					
Рапс	12,4	28,4	32,0	62,2	33,8
Горчица сарептская	14,6	24,6	30,2	56,6	31,5
Горчица белая	10,7	22,4	33,4	54,4	30,2
<b>Озимая форма**</b>					
Рапс	8,8	20,0	26,4	48,0	25,4

\* - 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 %.

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 %) (Приложение Б.6, табл. 4.12).

Таблица 4.12 – Вредоносность склеротиниоза при поражении масличных культур семейства Капустные, 2016-2022 гг.

Культура	Вредоносность склеротиниоза, % при степени поражения растения, балл				
	1	2	3	4	Среднее
1	2	3	4	5	6
<b>Яровая форма*</b>					
Рапс	12,6	18,7	34,0	-	21,8
Горчица сарептская	10,8	20,4	32,2	-	21,1
Горчица белая	14,6	25,6	37,0	-	25,7

Продолжение таблицы 4.12

1	2	3	4	5	6
Горчица черная	10,0	17,0	38,2	-	21,7
Рыжик	13,7	22,0	36,6	-	24,1
Озимая форма**					
Рапс	9,7	26,5	38,3	66,7	35,3
Горчица сарептская	14,8	34,7	55,4	70,7	43,9
Рыжик	10,2	28,0	40,0	60,5	34,7

\* - 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 (Приложение Б.7, табл. 4.13). Наличие мицелия возбудителя болезни в трещинах стеблей не приводило к снижению продуктивности растений.

Таблица 4.13 – Вредоносность ботридиоза при поражении озимых рапса и горчицы сарептской, 2017, 2020-2021 гг.

Культура	Вредоносность ботридиоза, % при степени поражения растения, балл			
	1	2	3	Среднее
Рапс озимый	10,0	22,6	67,2	33,3
Горчица сарептская озимая	8,4	25,4	62,4	32,1

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 %).

**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 (Приложение Б.8, табл. 4.14).

Таблица 4.14 – Вредоносность мучнистой росы при поражении рыжика озимого, 2018-2021 гг.

Культура	Вредоносность мучнистой росы, % при степени поражения растения, балл				
	1	2	3	4	Среднее
Рыжик озимый	16,8	25,4	65,0	84,0	47,8

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 (Приложение Б.9, табл. 4.15).

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 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 4.15 – Вредоносность фузариозного увядания при поражении масличных культур семейства Капустные, 2018-2021 гг.

Культура	Вредоносность фузариозного увядания, % при степени поражения растения, балл				
	1	2	3	4	Среднее
Яровая форма					
Рапс	12,6	43,2	60,4	71,2	46,8
Горчица сарептская	16,6	50,1	70,1	82,4	54,8
Горчица белая	22,7	44,8	64,1	87,2	54,7
Горчица черная	21,3	40,0	78,2	96,0	58,8
Рыжик	13,7	39,0	71,0	94,2	54,5
Озимая форма					
Рыжик	12,4	30,3	60,2	75,0	44,4

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 % (Приложение Б.10, табл. 4.16).

Таблица 4.16 – Вредоносность вертициллезного увядания при поражении рапса озимого, 2013-2017 гг.

Культура	Вредоносность вертициллезного увядания, % при степени поражения растения, балл				
	1	2	3	4	Среднее
Рапс озимый	15,6	34,0	67,2	96,4	53,3

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).

Таким образом, 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.

## 5 КОМПЛЕКС ПОЧВЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ В АГРОЦЕНОЗАХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

### 5.1 Особенности видового состава 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. 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.

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 (рис. 5.1 и 5.2).



а

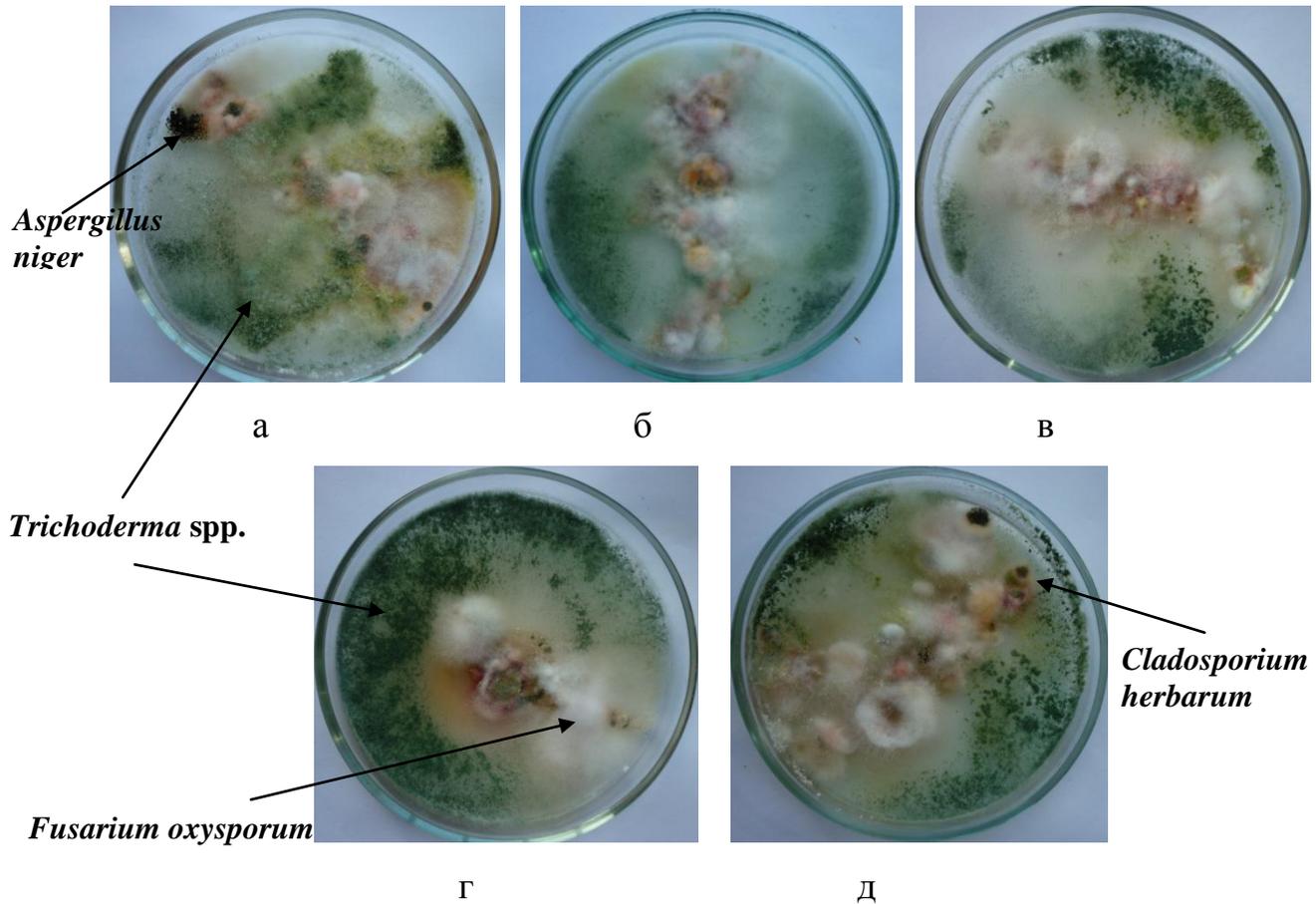
б

в

Рисунок 5.1 – Почвенные микромицеты в агроценозе озимых культур (ориг.):

а) горчицы сарептской;

б) рапса; в) рыжика



а

б

в

г

д

Рисунок 5.2 – Почвенные микромицеты в агроценозе яровой культуры (ориг.):

а) горчицы сарептской;

б) рапса; в) рыжика;

г) горчицы белой; д) горчицы черной

В результате изучения видового разнообразия выявленных микромицетов установлено, что род *Trichoderma* Pers. представлен семью 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 %).

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: *Aspergillus niger* Tiegh, *Aspergillus flavus* Link и *Penicillium citrinum* Thom., *Penicillium 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.

## **5.2 Влияние масличных культур семейства Капустные на обилие почвенных микромицетов**

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

В прикорневой зоне растений существуют межмикробные взаимодействия, когда разные группы микробов потребляют разные метаболиты растения, или перерабатывают метаболиты друг друга (Exometabolite niche partitioning..., 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 (Особенности химического состава..., 2000; Биологически активные соединения..., 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, Parmar, Patel, 1980; Козарь, 2011, Капустные зеленые..., 2022).

Л.Н. Харченко, изучая состав семян разных сортов горчицы сарептской, определила содержание в них аллилизотиоцианата, бутилизотиоцианата, фенилэтилизотиоцианата, с преобладанием аллилизотиоцианата (Харченко, 1964). 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 (Biofumigation: Isothiocyanates..., 1994).

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. 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 (Приложение В.1, табл. 5.1).

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.

Таблица 5.1 – Распределение комплекса микромицетов в почве агроценозов озимых масличных культур семейства Капустные по показателю обилия, 2020-2022 гг.

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

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 (Восстановить супрессивность почв..., 2006). Отмечено, что доля содержания этих грибов в фазе 2-4 настоящих листа была выше в тех образцах почвы, где выявлено меньшее обилие микромицетов *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 микромицетов 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 микромицетов 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 микромицетов, относятся к условно-патогенным в отношении масличных культур семейства Капустные, т.к. вызывают плесневение семян при их хранении. Показатели обилия этих микромицетов в почве агроценозов культур были невысокими.

Грибы *Penicillium* Link в сочетании с представителями рода *Trichoderma* Pers. свидетельствуют о высокой супрессивности почвы (Восстановить супрессивность почв..., 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, микромицеты этого рода не выделялись. Так же отмечено отсутствие КОЕ этих микромицетов 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 *C. 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. musedo* 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. musedo* 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 (Приложение В.2, табл. 5.2).

Таблица 5.2. – Распределение комплекса микромицетов в почве агроценозов яровых масличных культур семейства Капустные по показателю обилия, 2020-2022 гг.

Фаза вегетации культуры	Обилие видов микромицетов, % в почве агроценоза					
	под паром	рапса	горчицы сарептской	горчицы белой	горчицы черной	рыжика
1	2	3	4	5	6	7
<i>Trichoderma</i> Pers.						
2-4 настоящих листа	33,1	47,1	63,2	53,5	62,6	39,7
Желтый стручок	28,6	49,8	73,7	85,4	64,9	58,9
<i>Fusarium</i> Link						
2-4 настоящих листа	46,3	32,8	21,9	36,7	19,3	33,9
Желтый стручок	47,7	35,8	19,1	7,1	21,1	22,2
<i>Penicillium</i> Link						
2-4 настоящих листа	4,4	0	4,5	0	2,0	4,0
Желтый стручок	6,0	0	0,4	0	1,0	2,8

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6	7
<i>Aspergillus P. Micheli ex Haller</i>						
2-4 настоящих листа	3,0	3,4	1,6	2,4	2,4	1,6
Желтый стручок	6,0	1,5	0,8	1,0	2,0	5,0
<i>Cladosporium Link</i>						
2-4 настоящих листа	13,2	16,7	7,3	7,4	12,7	19,2
Желтый стручок	10,0	11,2	6,0	6,5	11,0	11,1
<i>Mucor Fresen</i>						
2-4 настоящих листа	0	0	1,5	0	1,0	1,6
Желтый стручок	1,7	1,7	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.

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. tuscedo* 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, являющимся более токсичными для патогенной микофлоры по сравнению с изотиоцианатами, содержащимися в корневых выделениях других яровых масличных культур семейства Капустные.

Из этого следует, что горчица белая при выращивании ее на семена способствует большему повышению эффективного плодородия почвы, что позволяет рекомендовать ее для включения в севооборот других сельскохозяйственных культур, не имеющих с ней общих болезней.

### **5.3 Влияние химических протравителей на содержание микромицетов в почве**

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, Семенова, Петрова, 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 (табл. 5.3).

Таблица 5.3 – Влияние химических протравителей семян на содержание микромицетов *Trichoderma Pers.* и *Fusarium Link* в почве агроценоза рапса ярового, 2020-2022 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/г	Содержание микромицетов в почве агроценоза, КОЕ/г в фазе вегетации рапса	
		2-4 настоящих листа	желтый стручок
1	2	3	4
<i>Trichoderma Pers.</i> (перед посевом – $4,9 \times 10^3$ КОЕ/г)			
Контроль (б/о)	-	$5,6 \times 10^3$	$7,7 \times 10^3$
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	$5,0 \times 10^3$	$7,4 \times 10^3$
Карбоксин + тирам, ВСК (200+200 г/л)	2,0	$5,2 \times 10^3$	$7,3 \times 10^3$
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	$5,8 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)*	12,5	$6,2 \times 10^3$	$8,0 \times 10^3$

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
<i>Fusarium Link</i> (перед посевом – $16,8 \times 10^3$ КОЕ/г)			
Контроль (б/о)	-	$3,9 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	$3,0 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$
Карбоксин + тирам, ВСК (200+200 г/л)	2,0	$3,3 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	$2,9 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)*	12,5	$2,7 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$

\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В фазе 2-4 настоящих листа содержание грибов *Trichoderma Pers.* незначительно увеличилось во всех вариантах, составив  $5,0-6,2 \times 10^3$  КОЕ/г с максимальным повышением в варианте с использованием препарата с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л).

К моменту созревания рапса количество почвенных грибов-супрессоров в вариантах с применением препаратов было на уровне с контролем, увеличившись на  $1,8-2,4 \times 10^3$  КОЕ/г 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 контроле, в 5-6 раз по сравнению с их исходным содержанием и составило  $2,7-3,9 \times 10^3$  КОЕ/г.

Различия в изменении количества патогенов в почве отмечены при отборе проб в фазе желтого стручка: содержание микромицетов *Fusarium Link* в контроле увеличилось существенно (на  $4,0 \times 10^3$  КОЕ/г), а в вариантах с использованием препаратов – незначительно (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.

## **6 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОРАЖЕНИЮ БОЛЕЗНЯМИ**

Мониторинг фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур является важным звеном в разработке интегрированной защиты посевов от болезней. Результатом его проведения являются данные о распространенности и развитии болезней в течение вегетации изучаемых культур. На основании этих данных определяют наиболее опасные, вредоносные для урожая семян культур болезни. С целью уменьшения отрицательного влияния патогенов на качественные и количественные характеристики урожая используют разные методы: селекционный, химический и др.

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.

### **6.1 Оценка устойчивости масличных культур семейства Капустные к поражению болезнями в полевых условиях**

Оценку селекционного материала озимых и яровых масличных культур семейства Капустные необходимо проводить регулярно, т.к. возбудители опасных болезней, например, фомоза, имеют большой потенциал вирулентности, и сорта с генами устойчивости через 3-4 года становятся восприимчивыми (Voluevich, 2017; Волуевич, 2017).

При проведении оценки селекционных образцов на устойчивость к болезням определяли их распространенность и развитие на растениях. Распространенность болезней подразделяли на:

- низкую – поражено до 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 – до 10,9 %;
- слабое – 11,0-30,9 %;
- среднее – 31,0-60,9 %;
- сильное – 61,0 % и выше.

На основании данных этих показателей мы разработали 10-балльную шкалу для оценки устойчивости селекционного материала масличных культур семейства Капустные к болезням по степени поражения образца:

0 баллов – все растения здоровы;

1 балл – 0,1-10,9 % пораженных растений с низким развитием болезни;

2 балла – 11,0-20,9 % –//– с низким и слабым развитием болезни;

3 балла – 21,0-30,9 % –//– с низким, слабым и средним развитием болезни;

4 балла – 31,0-40,9 % –//– со слабым и средним развитием болезни;

5 баллов – 41,0-50,9 % –//– со слабым, средним и сильным развитием болезни;

6 баллов – 51,0-60,9 % –//– со средним и сильным развитием болезни;

7 баллов – 61,0-70,9 % –//– со средним и сильным развитием болезни;

8 баллов – 71,0-80,9 % –//– с сильным развитием болезни;

9 баллов – 81,0-100 % –//– с сильным развитием болезни.

Используя представленную шкалу, все селекционные образцы рапса, рыжика и разных видов горчицы подразделяли по степени устойчивости в полевых условиях на следующие группы (Сердюк, Сердюк, 2016):

0 баллов – иммунные;

1-2 балла – устойчивые ( $P = 0,1-29,9 \%$ ,  $R = 0,1-20,9 \%$ );

3-4 балла – слабо устойчивые ( $P = 30,0-49,9 \%$ ,  $R = 21,0-40,9 \%$ );

5-6 баллов – слабо восприимчивы ( $P = 50,0-69,9 \%$ ,  $R = 41,0-60,9 \%$ );

7-9 баллов – восприимчивые ( $P = 70,0-100 \%$ ,  $R = 61,0-100 \%$ ).

В результате многолетней полевой оценки изученных сортов масличных культур семейства Капустные установлено, что все сорта являются слабо

устойчивыми к болезням со степенью поражения 3-4 балла: озимых рапса и горчицы сарептской – к фомозу, рыжика озимого – к пероноспорозу, яровых культур – к фузариозному увяданию. Ввиду этого, оценка материала этих культур с целью поиска доноров устойчивости к вредоносным болезням является важной и неотъемлемой частью селекционного процесса создания новых конкурентноспособных сортов культур.

### **6.1.1 Оценка устойчивости рыжика озимого к пероноспорозу в полевых условиях**

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 *Hyaloperonospora 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.

Для определения степени поражения образцов рыжика озимого пероноспорозом подробная 10-ти балльная шкала модифицирована в 5-ти балльную с целью адаптировать ее к группам устойчивости. Были объединены в отдельные группы 1-2, 3-4, 5-6, 7-9 баллов. При этом учитывали только распространенность болезни (Сердюк, Шипиевская, Трубина, Горлова, 2017).

На основании этой шкалы все образцы рыжика подразделяли на группы по устойчивости к пероноспорозу:

- 0 баллов – иммунные;
- 1 балл – устойчивые;
- 2 балла – слабо устойчивые;
- 3 балла – слабо восприимчивые;
- 4 балла – восприимчивые.

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*.

При обследовании фитосанитарного состояния рыжика в 2016-2017 гг. установлено, что распространенность болезни на образцах варьировала от низкой до высокой: в 2016 г. – от 0,4 до 60,0 %; в 2017 г. – от 0,6 до 87,3 % (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Устойчивость селекционных образцов рыжика озимого к пероноспорозу, 2016-2017 гг.

Степень поражения образца, балл	Распространенность болезни на образце, %	Группа устойчивости	Количество образцов по группам устойчивости к пероноспорозу, %	
			2016 г.	2017 г.
0	0	иммунный	2	1
1	1,0-20,9	устойчивый	92	94
2	21,0-40,9	слабо устойчивый	4	2
3	41,0-60,9	слабо восприимчивый	2	0
4	61,0 и выше	восприимчивый	0	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, Шипиевская, Трубина, 2018; Сердюк, Шипиевская, Трубина, Горлова, 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 установлено, что на восприимчивых в прошлые годы образцах рыжика распространенность болезни варьировала от низкой до средней, составив 5,8-41,5 %; на устойчивых она была низкой, составив 3,6-4,4 % (табл. 6.2).

Таблица 6.2 – Устойчивость селекционных образцов рыжика озимого к пероноспорозу, 2018 г.

Группа устойчивости образцов (2016-2017 гг.)	Количество образцов, шт.	Распространенность болезни, %
Слабо восприимчивые и восприимчивые	8	5,8-41,5
№ 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

Распространенность болезни на иммунных в прошлых годах образцах была разной и достигала 1,7 %. Выделены три образца, на которых в течение 2-х лет не отмечено растений с признаками поражения пероноспорозом, как и на контроле, устойчивом к болезни сорте Козырь селекции Пензенского НИИСХ (Прахова, 2015).

На контрольном образце рыжика № 720 (восприимчивый образец) отмечена наибольшая распространенность болезни в 2018 г. – 41,5 % (Serdyuk, Trubina, Gorlova, 2020).

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 (табл. 6.3).

Таблица 6.3 – Урожайность иммунных к пероноспорозу селекционных образцов рыжика озимого, 2018-2019 гг.

№№	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 % (табл. 6.4).

Таблица 6.4 – Масличность семян иммунных к пероноспорозу селекционных образцов рыжика озимого, 2018-2019 гг.

№№	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	–

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.

### **6.1.2 Оценка устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу в полевых условиях**

В условиях степной зоны Западного Предкавказья фомоз наносит ощутимый вред урожаю озимых рапса и горчицы сарептской (Serdyuk, Trubina, Gorlova, 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., продемонстрировало высокую вариабельность распространенности болезни на рапсе озимом: от низкой (5,0-10,0 %) до высокой (68,0-81,5 %). 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 % (табл. 6.5).

Таблица 6.5 – Распространенность (P, %) и развитие (R, %) фомоза на селекционных образцах озимых рапса и горчицы сарептской, 2014-2016 гг.

Год	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
	P, %	R, %	P, %	R, %
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

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 (табл. 6.6).

Таблица 6.6 – Устойчивость селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу, 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 со степенью поражения 3-4 балла (26-45 % образцов), слабо восприимчивые со степенью поражения 5-6 баллов (30-41 % образцов) и восприимчивые со степенью поражения 7-9 баллов (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 со степенью поражения 5-6 баллов (19 %) и восприимчивыми со степенью поражения 7-9 баллов (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. (табл. 6.7).

Таблица 6.7 – Распространенность (P, %) и развитие (R, %) фомоза на современных селекционных образцах озимых рапса и горчицы сарептской, 2018-2020 гг.

Год	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
	P, %	R, %	P, %	R, %
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 (табл. 6.8).

На высоком фоне распространенности и развития фомоза во все годы исследований выявлены устойчивые к болезни образцы рапса озимого со

степенью поражения 1-2 балла, их количество составило всего 9-12 % от общего количества обследованных образцов.

Таблица 6.8 – Устойчивость современных селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу, 2018-2020 гг.

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

Все остальные образцы проявили себя слабо устойчивыми со степенью поражения 3-4 балла (33-39 % образцов), слабо восприимчивыми со степенью поражения 5-6 баллов (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 со степенью поражения 3-4 балла (47-63 % от общего количества образцов). Остальные образцы в годы исследований проявили себя как слабо восприимчивые со степенью поражения 5-6 баллов (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

превышали сорта-стандарты по урожайности, а отдельные образцы горчицы – и по масличности семян в годы проведения исследований (табл. 6.9).

Таблица 6.9 – Характеристика лучших современных селекционных образцов озимых рапса и горчицы сарептской, устойчивых к фомозу, 2018-2020 гг.

№№	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	–	–

\* – Распространенность болезни, %;

\*\* – Развитие болезни, %;

\*\*\* –  $t_{теор.} = 2,77$  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 выделено 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. проведено также 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 распространённость 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. распространённость болезни не превышала 20,0 %. Развитие болезни во все годы варьировало от низкого до среднего и составляло 0,6-20,0 % (табл. 6.10).

Таблица 6.10 – Распространённость (P, %) и развитие (R, %) фомоза на стандартных образцах (ST-образцы) и высокоолеиновых (HOLL) линиях рапса озимого, 2019-2021 гг.

Год	Поражённость образцов фомозом			
	ST-образцы		HOLL линии	
	P, %	R, %	P, %	R, %
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

Распространённость 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 (табл. 6.11).

Таблица 6.11 – Устойчивость стандартных образцов (ST-образцы) и высокоолеиновых (HOLL) линий рапса озимого к фомозу, 2019-2021 гг.

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 со степенью поражения 1-2 балла, в количестве 9-12 %. Все остальные образцы показали себя слабо устойчивыми (33-38 %) со степенью поражения 3-4 балла, слабо восприимчивыми (35-41 %) со степенью поражения 5-6 баллов и восприимчивыми (13-18 %) со степенью поражения 7-9 баллов.

Количество устойчивых HOLL линий рапса со степенью поражения 1-2 балла 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 устойчивости 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.

### **6.1.3 Оценка устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к поражению фомозом в полевых условиях при искусственном инфицировании**

Иногда возникает необходимость провести оценку селекционного материала озимых рапса и горчицы сарептской на устойчивость к фомозу при искусственном инфицировании в полевых условиях в меняющихся погодных условиях.

В 2016-2017 гг. в полевых условиях в фазе полного цветения проводили инфицирование возбудителем фомоза *L. maculans* растений озимых рапса и горчицы сарептской, выбрав 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* (см. пункт 2.2). Далее производили пересев выросшего мицелия с пикнидами на твердую питательную среду КГА. 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.

Установлено, что через 14 суток размер некроза у образцов рапса и горчицы 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 (табл. 6.12). Наличие черной каймы вокруг некроза отмечено во всех вариантах.

Таблица 6.12 – Устойчивость озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу при искусственном инфицировании растений возбудителем болезни в полевых условиях, 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, модифицированный нами метод искусственного заражения озимых рапса и горчицы сарептской возбудителем фомоза в полевых условиях позволяет проводить достоверную оценку устойчивости селекционных образцов культур к болезни.

**6.1.4 Оценка устойчивости яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика к фузариозному увяданию в полевых условиях**

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, Шипиевская, Трубина, Горлова, 2017).

В результате обследований фитосанитарного состояния селекционных образцов рапса и горчицы в 2013-2015 гг. установлено, что распространенность и развитие фузариоза в виде фузариозного увядания за эти годы были различными (табл. 6.13).

Таблица 6.13 – Распространенность (P, %) и развитие (R, %) фузариозного увядания на яровых рапсе и горчице сарептской, 2013-2015 гг.

Год	Пораженность образцов фузариозным увяданием			
	Рапс яровой		Горчица сарептская яровая	
	P, %	R, %	P, %	R, %
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 (табл. 6.14).

Таблица 6.14 – Устойчивость селекционных образцов яровых рапса и горчицы сарептской к фузариозному увяданию, 2013-2015 гг.

Год	Количество образцов, %				
	иммунных	устойчивых	слабо устойчивых	слабо восприимчивых	восприимчивых
1	2	3	4	5	6
Рапс яровой					
2013	0	0	12	33	55
2014	0	80	20	0	0
2015	0	31	46	19	4

Продолжение таблицы 6.14

1	2	3	4	5	6
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 со степенью поражения 3-4 балла, слабо восприимчивые (5-6 баллов) и восприимчивые (7-9 баллов). 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 ярового, 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 устойчивости сорта составляет 1-2 балла), зарегистрированный в «Реестре селекционных достижений» в 2023 г. (Приложение Г).

Исследования по выявлению устойчивого селекционного материала яровых рапса и горчицы сарептской продолжены в 2017 г. (Serdyuk, Trubina, Gorlova, 2021, 2022; Serdyuk, 2023) (табл. 6.15).

Таблица 6.15 – Распространенность (P, %) и развитие (R, %) фузариозного увядания на современных селекционных образцах яровых рапса и горчицы сарептской, 2017-2021 гг.

Год	Пораженность образцов фузариозным увяданием			
	Рапс яровой		Горчица сарептская яровая	
	P, %	R, %	P, %	R, %
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 то же 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 среднемноголетних данных. Только в третьей декаде мая выпали осадки, превышающие по количеству среднемноголетние 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 (табл. 6.16).

Таблица 6.16 – Устойчивость современных селекционных образцов яровых рапса и горчицы сарептской к фузариозному увяданию, 2017-2021 гг.

Год	Количество образцов, %				
	иммунных	устойчивых	слабо устойчивых	слабо восприимчивых	восприимчивых
1	2	3	4	5	6
Рапс яровой					
2017	0	34	28	38	0

Продолжение таблицы 6.16

1	2	3	4	5	6
2020	0	23	46	37	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 (1-2 балла), слабо устойчивые со степенью поражения 3-4 балла, слабо восприимчивые (5-6 баллов). 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 со степенью поражения 3-4 балла (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 (табл. 6.17).

Таблица 6.17 – Характеристика лучших современных селекционных образцов яровых рапса и горчицы сарептской, устойчивых к фузариозному увяданию, 2017-2021 гг.

№№	Р*	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	—	—

\* – Распространенность болезни, %;

\*\* – Развитие болезни, %

\*\*\* -  $t_{теор.} = 2,77$  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 %.

Помимо этого, в 2019 г. начаты исследования по выявлению устойчивых к фузариозному увяданию образцов горчицы белой (Сердюк, Трубина, Горлова, 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. Распространенность фузариозного увядания на видах горчицы варьировала в эти годы от низкой до высокой, составив от 5,0 до 60,5 %. В 2021 г. распространенность болезни на горчице белой и горчице черной была на среднем уровне, не превысив 46,0 % (табл. 6.18).

Таблица 6.18 – Распространенность (P, %) и развитие (R, %) фузариозного увядания на селекционных образцах яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика, 2019-2022 гг.

Год	Пораженность образцов фузариозным увяданием					
	Горчица белая		Горчица черная		Рыжик	
	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
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

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. 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 (табл. 6.19).

Таблица 6.19 – Устойчивость селекционных образцов яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика к фузариозному увяданию, 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 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 %).

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 (табл. 6.20).

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.

Таблица 6.20 – Характеристика лучших селекционных образцов яровых горчицы белой, горчицы черной и рыжика, устойчивых к фузариозному увяданию, 2019-2022 гг.

№№	Р*	R**	Урожайность семян		t-критерий факт.***	Масличность семян		t-критерий факт.***
			т/га	± к ст.		%	± к ст.	
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
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	—	—

\* – Распространенность болезни, %;

\*\* – Развитие болезни, %

\*\*\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

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 %).

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.

Таким образом, полевая оценка яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика на естественном инфекционном фоне фузариоза с применением разработанной нами шкалы степени устойчивости 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. Один из лучших устойчивых сортообразцов горчицы белой после дальнейших селекционных испытаний в 2024 г. передан на госсортоиспытание и получил название Пиканто.

## **6.2 Оценка устойчивости масличных культур семейства Капустные к поражению болезнями в лабораторных условиях при искусственном инфицировании возбудителями болезней**

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).

### **6.2.1 Оценка устойчивости озимых рапса и горчицы сарептской к фомозу в лабораторных условиях при искусственном инфицировании возбудителем болезни**

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 %).

Семена рапса высевали в почвогрунт (почва и песок в соотношении 1:1) и проращивали в течение 7 суток при температуре плюс 20 °С. Затем у проростков травмировали каждую половину обоих семядольных листьев путем прокалывания их стерильной иглой и в местах проколов наносили капли

свежеприготовленной суспензии спор и фрагментов мицелия возбудителя фомоза в концентрации  $1,5 \times 10^6$  КОЕ/мл. Учеты площади пораженной поверхности листьев в местах уколов проводили через 8 и 18 суток.

В ходе лабораторных исследований определяли индекс болезни DI по формуле Р.Н. Williams, Р.А. Delwiche (Williams, Delwiche, 1979) (см. раздел 2.2). Авторами разработана шкала для оценки поражения растений 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 (Шкала для оценки..., 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 6.1.

Кроме этого, для сравнения разных подходов к определению степени поражения проростков рапса фомозом в лабораторных условиях также вычисляли развитие болезни по формуле М.Д. Драховской (Драховская, 1962).

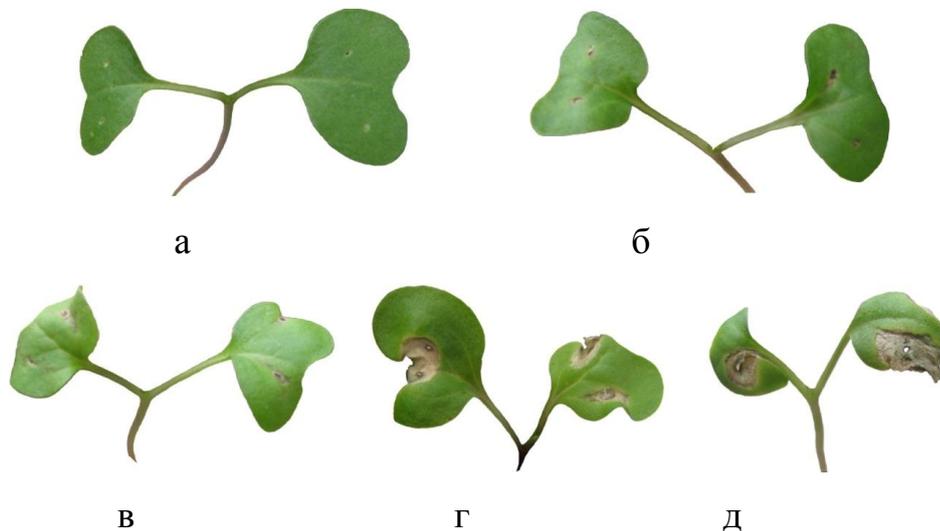


Рисунок 6.1 – Степень поражения семядольных листьев растений рапса озимого фомозом при искусственном инфицировании, 2015 г. (ориг.):

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

Для проведения исследований было испытано три изолята гриба *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not, однако разницы в их агрессивности не отмечено, поэтому в таблице представлены средние данные (табл. 6.21).

Таблица 6.21 – Индекс болезни (DI) и развитие (R, %) фомоза на образцах рапса озимого при искусственном инфицировании в лабораторных условиях, 2015 г. (через 18 суток)

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

\* – 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.

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 %.

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 (Williams, Delwiche, 1979, где учеты проводили через 8 и 18 суток), когда стала видна разница в поражении растений образцов разных групп полевой устойчивости (табл. 6.22).

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).

Таблица 6.22 – Поражение грибом *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not семядольных листьев озимых рапса и горчицы сарептской в лабораторных условиях, 2022 г.

Время экспозиции, сутки	Количество пораженных семядольных листьев у образца (распространенность болезни, R), %		Развитие болезни (R) у образца, %	
	восприимчивого*	устойчивого**	восприимчивого*	устойчивого**
Рапс озимый				
7	92,0	65,0	62,7 (1-4 балла)	34,0 (1-3 балла)
14	100	100	100 (4 балла)	78,6 (1-4 балла)
Горчица сарептская озимая				
7	84,0	52,0	56,6 (1-4 балла)	29,4 (1-3 балла)
14	100	100	100 (4 балла)	76,4 (1-4 балла)

\* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

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.

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. У устойчивых образцов рапса и горчицы сарептской развитие болезни так же было высоким, 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.

### **6.2.2 Оценка устойчивости яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика к фузариозному увяданию в лабораторных условиях при искусственном инфицировании возбудителем болезни**

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 (Метод оценки..., 1990; Сравнение двух методов..., 2019).

Разработку метода оценки устойчивости яровых масличных культур семейства Капустные к фузариозу мы проводили в 2022 г. (Сердюк, Трубина, Горлова, 2023).

На твердой питательной среде Чапека в чашках Петри в течение 6 суток выращивали грибок Поражение грибом *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 5-6 шт. на 1 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 6.2 на примере проростков горчицы белой. На основании представленной шкалы вычисляли развитие фузариозного увядания на проростках.

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).

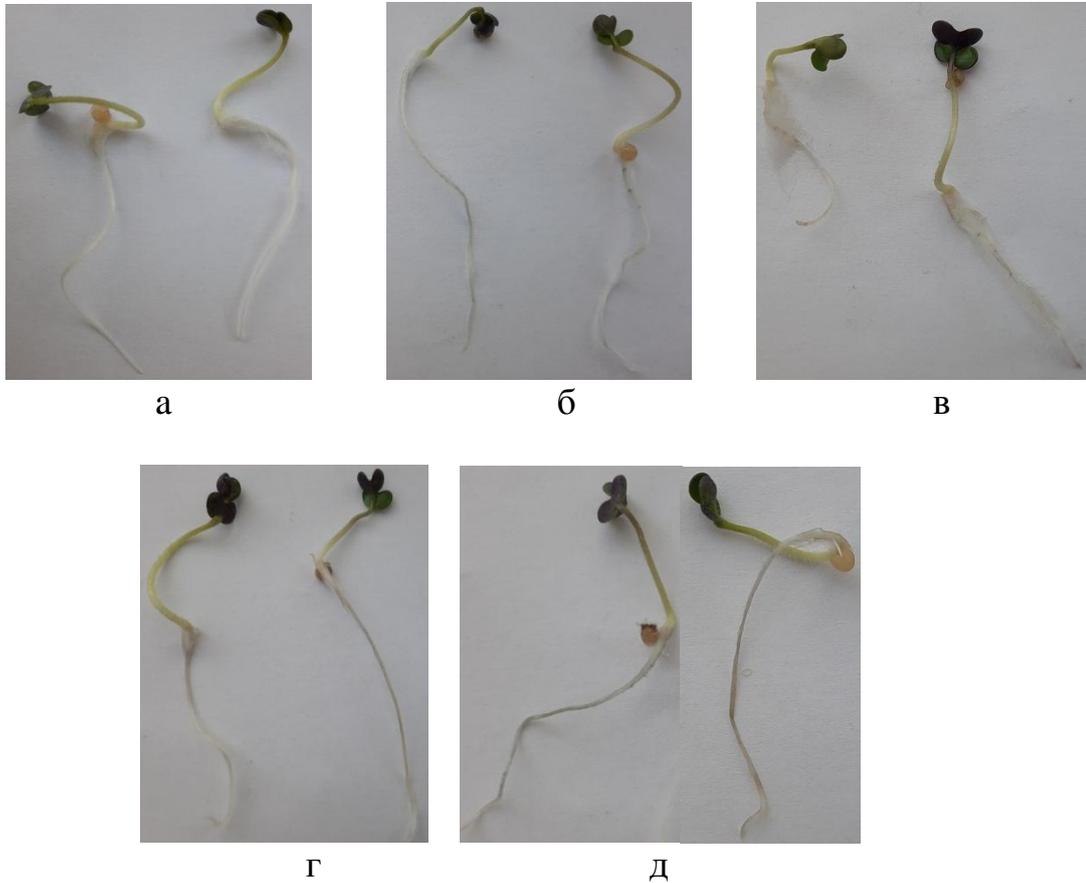


Рисунок 6.2 – Степень поражения проростков горчицы белой фузариозным увяданием (ориг.):

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

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 (табл. 6.23).

Таблица 6.23 – Поражение грибом *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans. проростков яровых горчицы сарептской и горчицы черной (учет через 1 сутки), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции	Распространенность болезни (P), % в образце		Развитие болезни (R), % 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)

\* - 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 высоким 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 высоким (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 высоким: 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 высоким (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 % (табл. 6.24).

Таблица 6.24 – Поражение грибом *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans. проростков яровых горчицы сарептской и горчицы черной (учет через 2 суток), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции	Распространенность болезни (P), % в образце		Развитие болезни (R), % 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)

\* - 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 (табл. 6.25).

Таблица 6.25 – Поражение грибом *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans. проростков яровых рапса, горчицы белой и рыжика (учет через 1 сутки), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции	Распространенность болезни (P), % в образце		Развитие болезни (R), % 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)

\* - 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 (табл. 6.26).

Таблица 6.26 – Поражение грибом *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans проростков яровых рапса, горчицы белой и рыжика (учет через 2 суток), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции	Распространенность болезни (P), % в образце		Развитие болезни (R), % 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)

\* - 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 6.25 и 6.26, 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 (табл. 6.27).

Таблица 6.27 – Поражение грибом *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans. проростков яровых масличных культур семейства Капустные при длительной экспозиции опыта, 2022 г.

Вариант	Время экспозиции	Распространенность болезни (P), % в образце		Развитие болезни (R), % в образце	
		восприимчивом*	устойчивом**	восприимчивом*	устойчивом**
1	2	3	4	5	6
Горчица сарептская яровая					
1	1 сутки	100	100	100	100
2	2 суток	100	100	100	100
Горчица черная					
1	1 сутки	100	100	100	100
2	2 суток	100	100	100	100
Рапс яровой					
1	1 сутки	100	100	100	100
2	2 суток	100	100	100	100

## Продолжение таблицы 6.27

1	2	3	4	5	6
Горчица белая					
1	1 сутки	100	100	100	100
2	2 суток	100	100	100	100
Рыжик яровой					
1	1 сутки	100	100	100	100
2	2 суток	100	100	100	100

\* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

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) (табл. 6.28). КМА был выбран в качестве дополнительно изучаемой питательной среды ввиду того, что при выращивании на нем несовершенные грибы образуют повышенное количество спор.

Таблица 6.28 – Поражение грибом *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans., выращенным на КМА, проростков горчицы сарептской яровой и горчицы белой (учет через 1 сутки), 2022 г.

Вариант	Время экспозиции	Распространенность болезни (P), % в образце		Развитие болезни (R), % в образце	
		восприимчивом*	устойчивом**	восприимчивом*	устойчивом**
1	2	3	4	5	6
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

Продолжение таблицы 6.28

1	2	3	4	5	6
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

\* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

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.

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.

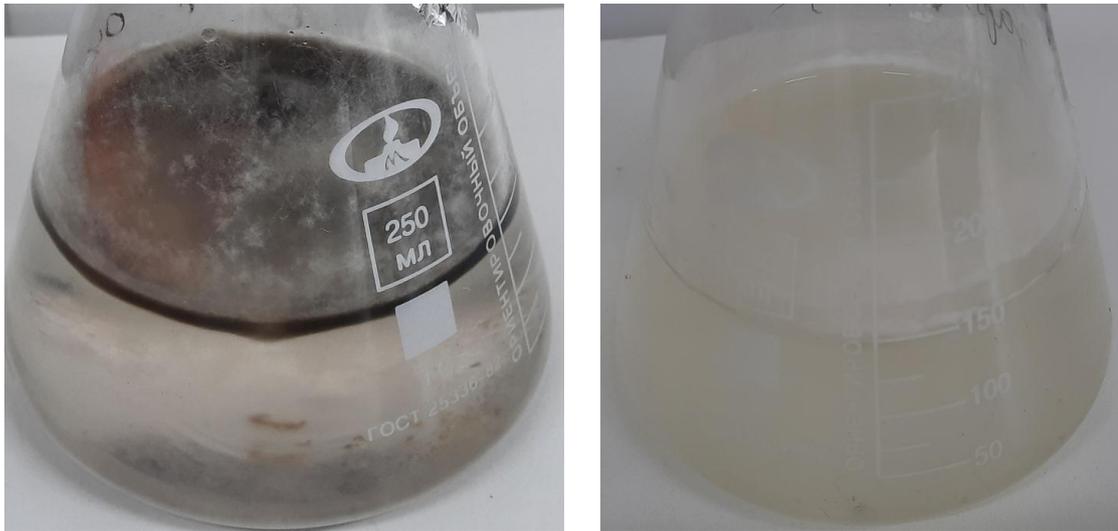
Оценку образцов яровых горчицы сарептской, горчицы черной, горчицы белой, рапса и рыжика на устойчивость к фузариозному увяданию в лабораторных условиях следует проводить с выдержкой проростков на мицелии возбудителя болезни в течение пяти часов и осуществлять учет поражения проростков: горчицы сарептской и горчицы черной в день инфицирования, горчицы белой, рапса и рыжика – через одни сутки после окончания времени экспозиции опыта.

### **6.3 Определение фитотоксичности грибов *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not и *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Synd. et Hans. в лабораторных условиях**

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, *Leptosphaeria maculans*, но и выделяя внутрь тканей растений продукты своей жизнедеятельности: токсичные метаболиты. Действие токсинов также приводит к появлению симптомов болезни на растениях (Пискун, Поликсенова, Анохина, 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*, которую определяли по влиянию на проростки культур комплексов метаболитов, находящихся в культуральной жидкости патогенов. На твердом питательном агаре Чапека в чашках Петри выращивали культуры возбудителей болезней в течение 7 суток. Для получения фитотоксинов в количестве, достаточном для проведения исследований, производили пересев грибов на жидкую питательную среду Чапека (рис. 6.3), которая богата микроэлементами (Modern Methods..., 1992).



а

б

Рисунок 6.3 – Культивирование патогенов на жидкой среде Чапека (ориг.):

а) *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not;

б) *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans.

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 (Способность патогенных..., 2009).

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.

***Определение фитотоксичности гриба *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et De Not в лабораторных условиях***

Предложенная нами 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.

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 (рис. 6.4).



а



б

Рисунок 6.4 – Реакция проростков восприимчивого к фомозу образца рапса озимого на метаболиты гриба *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not (ориг.):

а) при нанесении культуральной жидкости;

б) при нанесении стерильной воды (контрольный вариант)

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 (табл. 6.29).

Таблица 6.29 – Влияние культуральной жидкости, содержащей комплекс метаболитов гриба *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not, на распространенность (P, %) и развитие (R, %) фомоза на проростках озимых рапса и горчицы сарептской, 2022 г.

Культура	Восприимчивый* образец		Устойчивый** образец	
	P, %	R, %	P, %	R, %
Рапс озимый	100	100	100	35,2
Горчица сарептская озимая	100	100	100	32,4

\* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

### ***Определение фитотоксичности гриба *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Synd. et Hans. в лабораторных условиях***

Разработанная нами методика определения фитотоксичности *F. oxysporum* состоит в том, что внешне здоровые 5-суточные проростки горчицы сарептской яровой, горчицы белой, горчицы черной и рыжика ярового и 6-суточные проростки рапса ярового помещали в сосуды с культуральной жидкостью патогена (по 5 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, Трубина, Горлова, 2023).

На основании этой шкалы рассчитано 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.

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 (рис. 6.5).

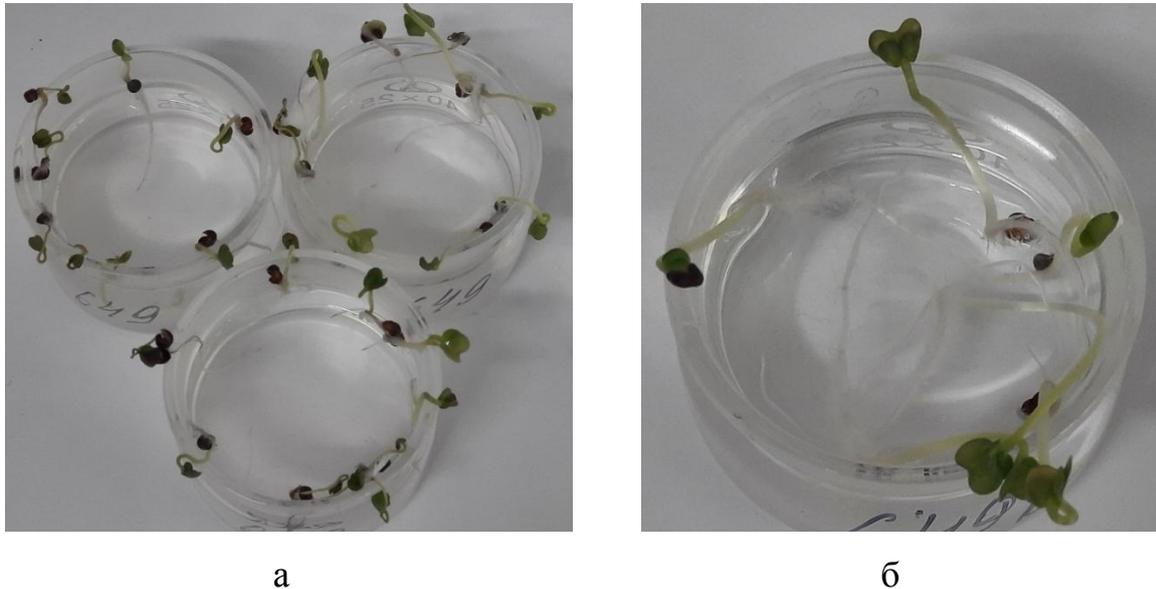


Рисунок 6.5 – Реакция проростков восприимчивого к фузариозу образца горчицы сарептской на метаболиты *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans. (ориг.), помещенных:

- а) в культуральную жидкость;
- б) в 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 (табл. 6.30).

У восприимчивых образцов яровых масличных культур семейства Капустные оно достигло высокого уровня – 60,5-80,0 % за исключением образцов горчицы черной, у которых развитие болезни было средним – 48,5 %. У устойчивых образцов развитие болезни было средним на всех культурах: 26,3-56,3 %. Наименьшим оно отмечено на горчице черной – 26,3 %.

Таблица 6.30 – Влияние культуральной жидкости, содержащей комплекс метаболитов гриба *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans., на распространенность (P, %) и развитие (R, %) фузариозного увядания на проростках яровых масличных культур семейства Капустные, 2022 г.

Культура	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

\* - Восприимчивый в полевых условиях образец;

\*\* - Устойчивый в полевых условиях образец.

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.

## **7 БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ЗАЩИТЫ АГРОЦЕНОЗОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Как следует из экспериментальных данных, представленных в Главе 3, 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, ежегодно необходимо проводить носящие профилактический характер обработки посевов культур фунгицидами с целью сохранения количественных и качественных характеристик урожая культур.

В «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов...» (2023) до сих пор не зарегистрированы препараты биологического происхождения для применения на рапсе, в связи с этим, мы изучали фунгициды химические. Кроме этого, в «...Каталоге...» (2023) до настоящего времени отсутствуют фунгициды для использования на озимых и яровых горчице сарептской и рыжике, а также горчице белой и горчице черной. Поэтому на всех культурах, в том числе, и разных формах рапса, мы изучали влияние действующих веществ, которые могут содержаться в препаратах, разработанных разными производителями для применения на рапсе. Данные наших исследований позволяют рекомендовать действующие вещества, показавшие лучшие результаты, фирмам-оригинаторам для проведения ими регистрации

препаратов с целью включения их в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов...» для применения на рыжике и разных видах горчицы.

Фирмы, производящие химические препараты, предлагают свой спектр фунгицидов с целью снижения вредоносности болезней рапса (Зональные ресурсосберегающие технологии, 2011; Комплексная защита рапса, 2023; Программируем урожайность рапса, 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 (Зональные ресурсосберегающие технологии, 2011). Поэтому перед нами встала задача выявить наиболее эффективные, малотоксичные 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 орагнизмам, против которых в настоящее время препараты в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов...» отсутствуют даже на рапсе.

## 7.1. Предпосевная обработка семян масличных культур семейства Капустные фунгицидными протравителями

### 7.1.1 Влияние фунгицидных протравителей на внутреннее инфицирование и лабораторную всхожесть семян масличных культур семейства Капустные

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 (табл. 7.1).

Таблица 7.1 – 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	78,7	3,3	18,0
Горчица сарептская	91,0	88,1	2,9	9,0
Рыжик*	95,0	95,0	0	5,0

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4	5
Яровая форма				
Рапс	88,0	84,9	3,1	12,0
Горчица сарептская	92,0	86,4	5,6	8,0
Горчица белая	94,0	92,0	2,0	6,0
Горчица черная	94,0	94,0	0	6,0
Рыжик*	98,0	98,0	0	2,0

\* - Инфицирование семян отмечено с 2013 г.

Наибольшее количество сгнивших 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* (Berk.) Sacc, *A. brassicicola* (Schw.) Wilts., *A. raphani* Groves et Skolko);
- род *Fusarium* spp. (*F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans., *F. sporotrichioides* Sherb.);
- род *Aspergillus* spp. (*A. niger* Tiegh; *A. flavus* Link);
- род *Penicillium* spp. (*P. lanosocoeruleum* Thom, *P. citrinum* Thom);
- *Mucor mucedo* Fresen.

Из большинства пораженных семян изученных культур выделены грибы рода *Alternaria* spp., их количество составило 1,5-18,0 % (табл. 7.2). Также в незначительном количестве в семенах отмечали бактерии родов *Xanthomonas* Dows. и *Pseudomonas* Migula.

Таблица 7.2 – 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	1,0	2,0	0,3
Горчица сарептская	11,0	0,6	0,3	0
Рыжик*	1,5	0	3,5	0
Яровая форма				
Рапс	12,0	1,6	1,5	0
Горчица сарептская	10,0	1,0	2,0	0,6
Горчица белая	5,0	1,8	1,2	0
Горчица черная	5,0	1,0	0	0
Рыжик*	2,0	0	0	0

\* - Инфицирование семян отмечено с 2013 г.

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., *Mucor mucedo* Fresen), было поражено также небольшое количество семян – 0,3-3,5 %. В семенах рыжика ярового и горчицы черной эти патогены отсутствовали.

Видовой состав установленных микромицетов не зависел от культуры. Из семян всех изученных культур выделены одни и те же виды в разных соотношениях.

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) (табл. 7.3).

Таблица 7.3 – Влияние фунгицидных протравителей на внутреннее инфицирование патогенами семян масличных культур семейства Капустные, 2011-2013, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода 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 (б/о)	–	14	8	16	10	–	–
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	1	0	0	0	–	–
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	2	1	0	1	–	–
Тебуконазол, КС (60 г/л)	0,4	1	0	1	1	–	–
Флудиоксонил + мефеноксам, КС (8 + 32,3 г/л)*	15,0	0	0	0	0	–	–

Продолжение таблицы 7.3

1	2	3	4	5	6	7	8
2018-2021 гг.							
Контроль (б/о)	–	12	8	13	9	6	3
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	1	0	0	0	0	0
Карбоксин + тирам, ВСК (200+200 г/л)	2,0	0	0	0	0	1	1
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	1	1	0	0	2	1
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)*	12,5	0	0	0	0	0	0

\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

Результаты фитоэкспертизы показали, что количество инфицированных семян в контрольных вариантах без обработки семян (б/о) 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 д.в. 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) (табл. 7.4).

Таблица 7.4 – Влияние фунгицидных протравителей на лабораторную всхожесть семян масличных культур семейства Капустные, 2011-2013, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Лабораторная всхожесть семян, %					
		Рапс озимый	Горчица сарепт-ская озимая	Рапс яровой	Горчица сарепт-ская яровая	Горчица белая	Горчица черная
2011-2013 гг.							
Контроль (б/о)	–	92	95	94	96	–	–
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	90	93	94	94	–	–
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	88	92	92	94	–	–
Тебуконазол, КС (60 г/л)	0,4	81	2	84	3	–	–
Флудиоксонил + мефеноксам, КС (8 + 32,3 г/л)*	15,0	95	96	97	96	–	–
2018-2021 гг.							
Контроль (б/о)	–	94	96	90	92	98	96
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	93	92	90	91	96	93
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	92	93	90	90	95	92
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	84	1	80	1	72	70
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)*	12,5	96	98	96	95	98	97

\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

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. 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).

### **7.1.2 Влияние фунгицидных протравителей на биометрические параметры проростков масличных культур семейства Капустные**

При использовании химических препаратов для обработки семян необходимо знать об их влиянии на состояние проростков культур, т.к. 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 длину стебля.

### *Влияние фунгицидных протравителей на длину стебля проростков масличных культур семейства Капустные*

При проведении измерений биометрических показателей проростков всех масличных культур семейства Капустные выявлено, что внутри каждого варианта длина 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 длина стебля проростков составила 10 мм, максимальная – 48 мм, все данные были сгруппированы в классы: «до 20», «21-30», «31-40», «41 и более» мм (табл. 7.5).

Таблица 7.5 – Влияние фунгицидных протравителей на длину стебля проростков рапса озимого, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной стебля, мм				Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*
		до 20	21-30	31-40	41 и более		
Контроль (б/о)	-	12	58	28	2	27	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	17	44	22	5	25	2,75
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	30	45	23	2	23	2,03
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	38	42	18	2	20	1,84
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	14	47	33	6	29	2,80

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

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 длиной стебля отмечено в контрольном варианте (58 %). Длина 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 длина 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 длина стебля существенно снизилась по сравнению с контролем, что подтверждается данными фактического t-критерия.

Измерения биометрических характеристик проростков горчицы сарептской озимой всех вариантов показали, что минимальная длина стебля проростков в опыте составила 10 мм, максимальная – 26 мм, поэтому данные были сгруппированы в классы: «до 13», «14-20», «21-26» мм (табл. 7.6).

Таблица 7.6 – Влияние фунгицидных протравителей на длину стебля проростков горчицы сарептской озимой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной стебля, мм			Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*
		до 13	14-20	21-26		
Контроль (б/о)	-	22	63	-	17	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	57	33	10	12	1,91
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	60	28	12	10	1,82
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	3	73	24	19	2,80

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В контроле и варианте с использованием препарата с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) у 63 и 73 % проростков длина стебля составляла 14-20 мм. В вариантах с препаратами с д.в. 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 длина стебля в варианте с протравителем с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (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 д.в. карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) и имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), а также семян горчицы сарептской озимой препаратами с д.в. 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.

При изучении влияния протравителей на длину стебля проростков рапса ярового установлено, что минимальный показатель в опыте составил 11 мм, максимальный – 65 мм. На основании методов математической статистики все данные были сгруппированы в классы: «до 20», «21-35», «36-50», «51-65» мм (табл. 7.7).

Таблица 7.7 – Влияние фунгицидных протравителей на длину стебля проростков рапса ярового, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной стебля, мм				Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*
		до 20	21-35	36-50	51-65		
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль (б/о)	-	0	14	64	22	46	-

Продолжение таблицы 7.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	2	20	44	34	44	2,75
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	3	25	42	30	42	2,73
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	35	60	5	0	33	2,04
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	2	8	58	32	47	2,78

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

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 д.в. имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), где модальным являлся класс «21-35» мм (60 % проростков).

Средняя длина стебля проростков рапса ярового во всех вариантах была на одном уровне, составив 42-47 мм, за исключением препарата с д.в. 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 д.в. имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л) существенно ниже теоретического t-критерия.

При изучении горчицы сарептской яровой минимальная длина 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 (табл. 7.8).

В варианте с препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) и контрольном варианте наиболее часто встречались проростки горчицы с длиной стебля 31-40 мм (54 и 56 % от общего количества проростков). Такая длина стебля проростков, по нашим наблюдениям, является достаточной для того, чтобы семядольные листья появились над поверхностью почвы вовремя.

Таблица 7.8 – Влияние фунгицидных протравителей на длину стебля проростков горчицы сарептской яровой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной стебля, мм				Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*
		до 20	21-30	31-40	41-50		
Контроль (б/о)	-	2	12	56	30	37	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	2	56	38	4	30	2,70
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	2	65	31	2	28	2,68
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	0	20	54	26	37	2,77

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В вариантах, где использованы препараты с д.в. 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 длина стебля проростков горчицы сарептской составила в варианте с препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) 37 мм, что находится на уровне с контрольным вариантом. В вариантах с д.в. тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) средняя длина стебля была заметно короче – 30 и 28 мм соответственно. Данные фактического t-критерия показывают, что в этих двух вариантах длина стебля существенно ниже контроля.

В результате измерений длины 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 (табл. 7.9).

Таблица 7.9 – Влияние фунгицидных протравителей на длину стебля проростков горчицы белой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной стебля, мм					Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*
		до 15	16-25	26-35	36-45	46-55		
Контроль (б/о)	-	1	14	43	33	9	34	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	1	28	39	30	2	30	2,71
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	1	27	40	30	2	31	2,73
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	47	38	15	0	0	28	2,70
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	0	11	46	31	11	36	2,79

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

Во всех вариантах модальным являлся класс «26-35 мм» (у 39-46 % проростков от общего количества) за исключением препарата с д.в. имазалил + тебуконазол. Протравитель с этими д.в. резко уменьшал длину стебля проростков горчицы белой. Модальным классом в этом варианте являлся «до 15» мм (47 % проростков).

Средняя длина стебля проростков в контроле и варианте с использованием препарата с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол была на одном уровне, составив 34-36 мм. В остальных вариантах средняя длина стебля существенно снизилась по сравнению с контролем, что подтверждается данными фактического t-критерия.

В ходе измерений длины 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 (табл. 7.10).

Таблица 7.10 – Влияние фунгицидных протравителей на длину стебля проростков горчицы черной, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной стебля, мм			Средняя длина стебля, мм	t-критерий факт.*
		20-29	30-39	40 и более		
Контроль (б/о)	-	33	60	7	31	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	4,0	59	41	0	28	2,68
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	61	39	0	26	2,64
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	29	62	9	33	2,79

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В контрольном и варианте с препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) наиболее часто встречались проростки горчицы черной с длиной стебля 30-39 мм (62 и 60 % от общего количества проростков). Такая длина стебля проростков является достаточной для того, чтобы семядольные листья появились над поверхностью почвы вовремя.

В вариантах, где использованы препараты с д.в. 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 длина стебля в этих вариантах значительно меньше по сравнению с контролем, что подтверждается данными фактического t-критерия.

Таким образом, препарат с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) при обработке семян не оказывал отрицательного влияния на длину стебля проростков яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой и горчицы черной по сравнению с другими препаратами.

**Влияние фунгицидных протравителей на длину корня проростков масличных культур семейства Капустные**

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 (табл. 7.11).

Таблица 7.11 – Влияние фунгицидных протравителей на длину корня проростков рапса озимого, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной корня, мм					Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 25	26-40	41-55	56-70	71 и более		
Контроль (б/о)	-	7	35	37	21	8	44	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	20	48	14	18	0	36	2,70
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	22	54	10	14	0	35	2,68
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	30	58	12	0	0	30	2,08
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	0	17	26	47	10	57	3,78

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

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.

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.

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 (табл. 7.12).

Таблица 7.12 – Влияние фунгицидных протравителей на длину корня проростков горчицы сарептской озимой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/г	Количество проростков, % с длиной корня, мм				Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 25	26-40	41-55	56 и более		
Контроль (б/о)	-	13	66	21	0	35	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	57	30	13	0	28	2,69
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	60	29	11	0	25	2,52
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	0	13	61	26	50	3,74

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В контрольном варианте модальным являлся класс «26-40 мм» (у 66 % от общего количества проростков). В варианте с препаратом с д.в. 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 д.в. 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 с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) существенно больше (на 15 мм), а в вариантах с препаратами с д.в. 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 д.в. 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 с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) увеличивалось количество проростков с длиной корня 41-55 мм, что способствует лучшему укоренению и успешной перезимовке растений.

Таким образом, препараты с изученными д.в. 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 + дифеноконазол (25 + 25 г/л).

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 (табл. 7.13).

Наиболее часто встречающимся в контроле и варианте с препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (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 д.в. имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л) модальным являлся класс «46-70 мм».

Таблица 7.13 – Влияние фунгицидных протравителей на длину корня проростков рапса ярового, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной корня, мм					Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 45	46-70	71-95	96-120	121-145		
Контроль (б/о)	-	2	18	26	42	12	96	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	4	14	46	34	2	86	2,67
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	6	16	50	28	0	83	2,06
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	18	48	32	2	0	74	1,88
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	2	10	32	46	10	99	2,80

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

Показатель средней длины корня проростков рапса в варианте с препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (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 биометрических показателей проростков горчицы сарептской яровой установлено, что минимальная величина 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 (табл. 7.14).

Таблица 7.14 – Влияние фунгицидных протравителей на длину корня проростков горчицы сарептской яровой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/г	Количество проростков, % с длиной корня, мм					Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 45	46-65	66-85	86-105	106-125		
Контроль (б/о)	-	2	12	46	24	16	84	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	74	22	4	0	0	39	1,02
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	79	19	2	0	0	36	1,00
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	4	10	40	32	14	84	2,77

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В контрольном и варианте с препаратом д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (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 д.в. 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 д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (25 + 25 г/л) находилась на одном уровне с контролем и составила 84 мм. В вариантах с

препаратами д.в. тирам (400 г/л) и карбоксин + тирам (200 + 200 г/л) средняя длина корня была существенно короче – 36 и 39 мм.

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 (табл. 7.15).

Таблица 7.15 – Влияние фунгицидных протравителей на длину корня проростков горчицы белой, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/г	Количество проростков, % с длиной корня, мм					Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 25	26-50	51-75	76-100	101-125		
Контроль (б/о)	-	3	10	26	44	17	80	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	1	12	32	41	14	77	2,68
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	1	13	30	42	14	76	2,65
Имазалил + тебуконазол, МЭ (100 + 60 г/л)	0,4	2	14	37	42	5	74	2,62
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	12,5	4	10	21	46	19	84	2,81

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

Во всех вариантах, так же, как и в контроле, модальным классом являлся «76-100 мм», за исключением варианта с применением препарата с д.в. имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л), где модальными являлись два класса: «51-75 мм» и «76-100 мм», т.к. 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 с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (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 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 (табл. 7.16).

Таблица 7.16 – Влияние фунгицидных протравителей на длину корня проростков горчицы черной, 2018-2021 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество проростков, % с длиной корня, мм				Средняя длина корня, мм	t-критерий факт.*
		до 20	21-40	41-60	61-80		
Контроль (б/о)	-	6	28	46	20	48	-
Тирам, ВСК (400 г/л) (эталон)	5,0	9	38	40	13	44	2,72
Карбоксин + тирам, ВСК (200 + 200 г/л)	2,0	7	53	32	8	40	2,67
Флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л)**	3,0	5	23	48	24	52	2,82

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

\*\* - Действующие вещества входят в состав комплексного препарата, содержащего инсектицидный компонент

В контрольном и варианте с препаратом д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (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 д.в. 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 с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол (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 расхода 12,5 л/т являлся оптимальным для всех изученных масличных культур семейства Капустные, т.к. 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.

## **7.2 Обработка вегетирующих растений масличных культур семейства Капустные фунгицидами**

Как было показано выше, предпосевное 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.

### **7.2.1 Влияние фунгицидов на пораженность инфекционными болезнями вегетирующих растений озимых рапса и горчицы сарептской**

В 2011 г. нашими исследованиями показано эффективное применение химических препаратов с д.в. 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). По данным Д.Н. Голубцова и др., высокая биологическая эффективность препарата с д.в. протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) отмечена и в исследованиях других ученых против некоторых болезней сельскохозяйственных культур, например, септориоза озимой пшеницы (Голубцов, Жижина, Мелькумова, 2022).

В 2012-2014 гг. продолжены исследования на рапсе озимом, а также на горчице сарептской озимой с целью поиска системы мероприятий для снижения распространенности и развития фомоза, расширен список препаратов, изменены дозировки препаратов и добавлены в опыт 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.

Опрыскивание участков рапса и горчицы 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 (степень поражения 1 балл).

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 степень поражения составила: при опрыскивании в фазе бутонизации 1-2 балла, в фазе цветения и контроле – 1-4 балла.

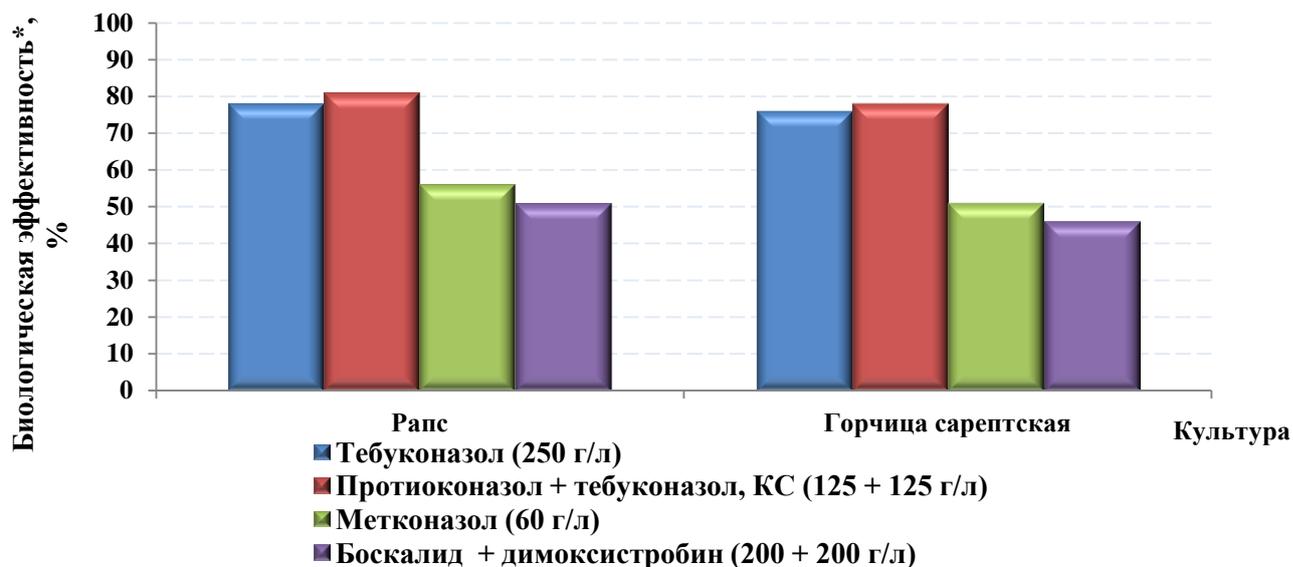
Установлено, что в среднем за годы исследований распространенность фомоза на озимых рапсе и горчице сарептской в контрольном варианте на естественном инфекционном фоне была высокой, составив 52,6 и 51,0 % соответственно, развитие болезни – средним (47,3 и 34,0 % соответственно) (Приложение Д.1).

Обработка растений культур фунгицидами в разной степени способствовала снижению распространенности и развития фомоза. По данным развития болезни в вариантах с препаратами и контроле рассчитана биологическая эффективность (БЭ) фунгицидов, которую подразделяли на высокую, среднюю и низкую:

- низкая биологическая эффективность – до 50 %;
- средняя биологическая эффективность – 51-75 %;
- высокая биологическая эффективность – 76 % и выше.

Между вариантами опытов с применением препаратов на рапсе и горчице сарептской выявлена разница по показателям БЭ. Биологическая эффективность препаратов зависела не только от действующих веществ, входящих в их состав, но и от фазы вегетации культур, в которую осуществляли обработку растений.

Высокая биологическая эффективность выявлена при опрыскивании посевов рапса и горчицы сарептской в фазе бутонизации у фунгицидов, содержащих д.в. тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л), составив 78-81 и 76-78 % соответственно (рис. 7.1).

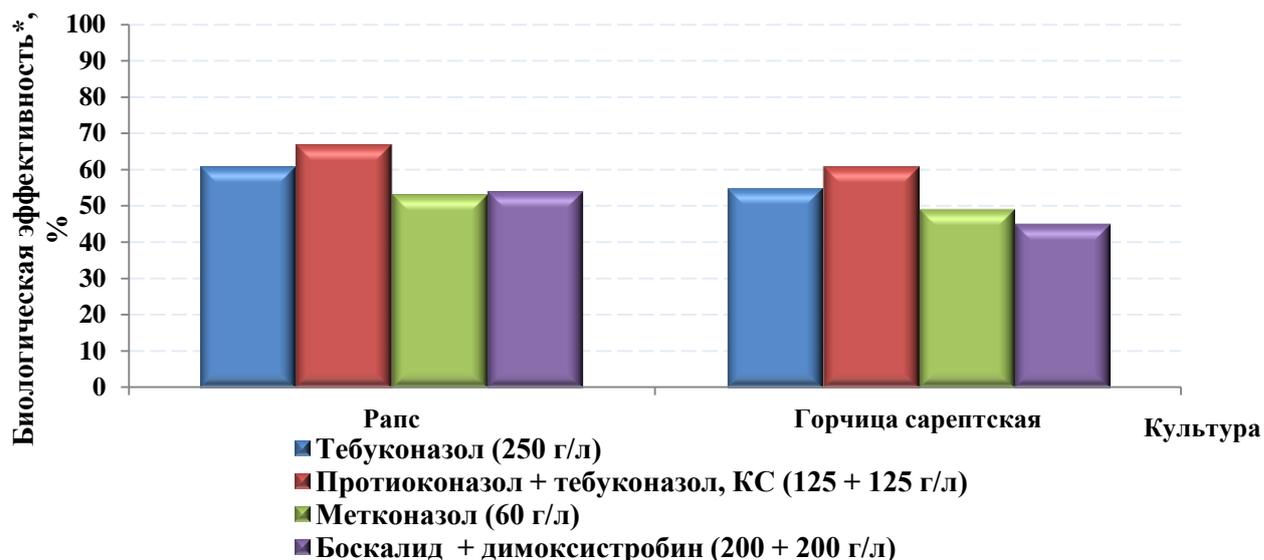


\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.1 – Биологическая эффективность фунгицидов против фомоза при применении их в фазе бутонизации озимых рапса и горчицы сарептской, 2012-2014 гг.

В вариантах с применением препаратов с д.в. метконазол и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) она достигла только 51-56 % на рапсе и 46-51 % на горчице сарептской.

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. Средняя БЭ на горчице сарептской выявлена у препаратов с д.в. тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л), низкая БЭ – у препаратов с д.в. метконазол (60 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) (рис. 7.2).

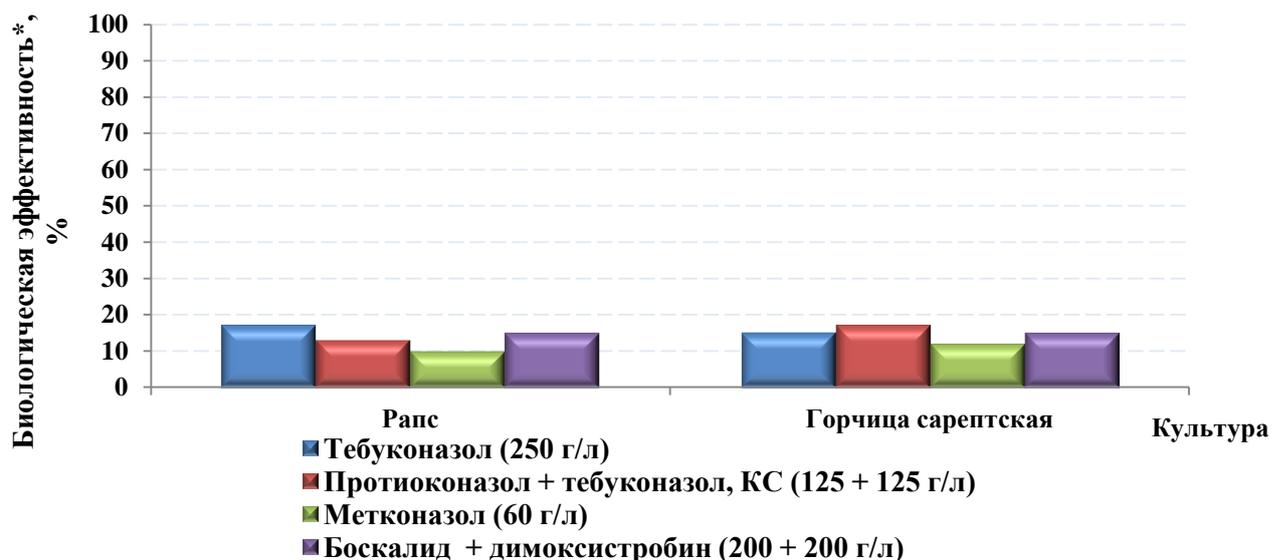


\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.2 – Биологическая эффективность фунгицидов против фомоза при применении их в фазе цветения озимых рапса и горчицы сарептской, 2012-2014 гг.

Обработка вегетирующих растений рапса и горчицы сарептской фунгицидами в фазе зеленого стручка не оказала положительного влияния на снижение развития фомоза – биологическая эффективность испытываемых фунгицидов не превысила 17 % на обеих культурах (рис. 7.3).

Таким образом, в результате исследований наиболее эффективное действие против фомоза на озимых рапсе и горчице сарептской установлено у препаратов с д.в. тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) при использовании их в фазе бутонизации растений.



\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

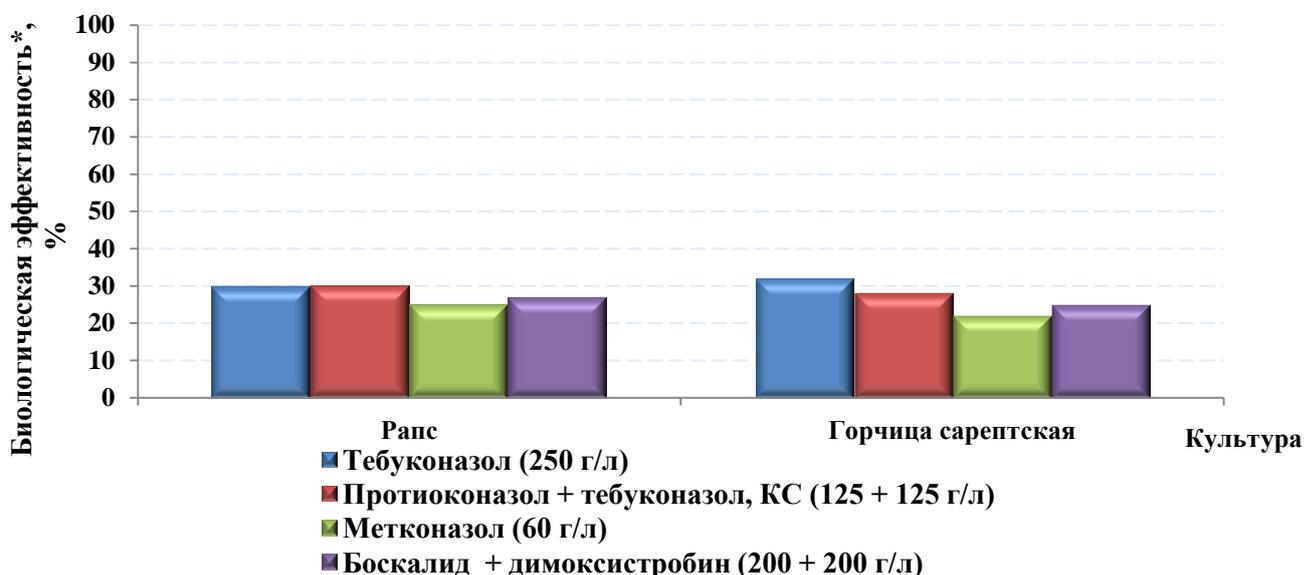
Рисунок 7.3 – Биологическая эффективность фунгицидов против фомоза при применении их в фазе зеленого стручка озимых рапса и горчицы сарептской, 2012-2014 гг.

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.

Распространенность альтернариоза на растениях озимых рапса и горчицы сарептской, не подвергавшихся обработке фунгицидами, превысила 50,0 %, составив 58,3 и 55,0 % соответственно. Преобладали растения культур со степенью поражения 1-3 балла. Развитие болезни, как и фомоза, было на среднем уровне, составив 39,2 и 35,8 % соответственно (Приложение Д.2).

Проведенное в фазе бутонизации опрыскивание озимых рапса и горчицы сарептской продемонстрировало низкую биологическую эффективность всех

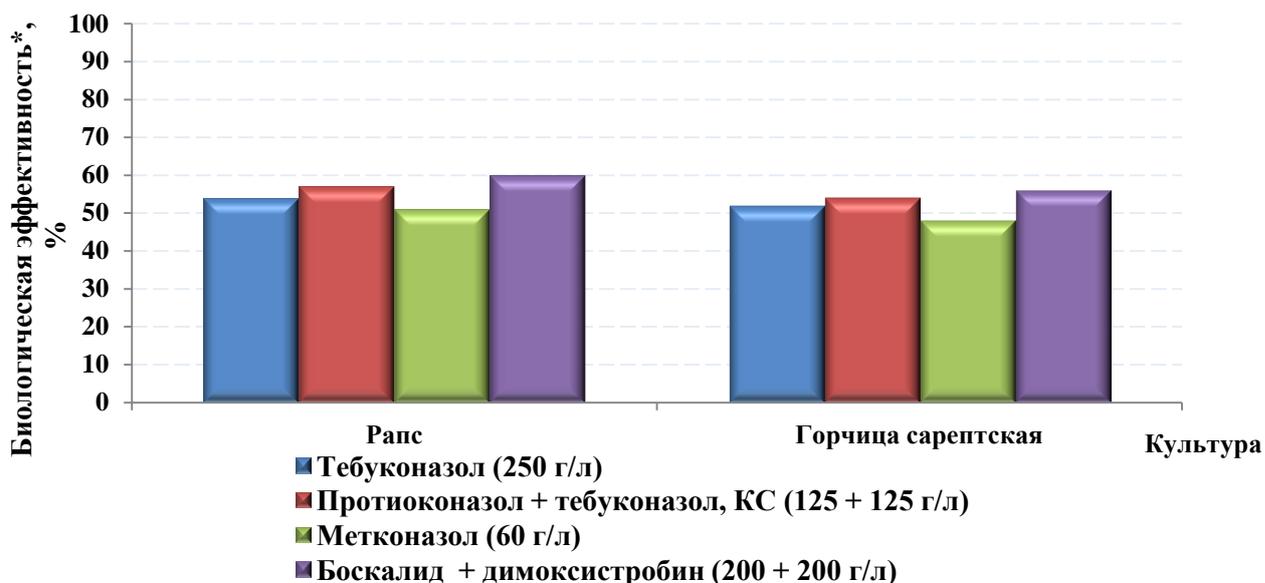
изученных препаратов, составившую на рапсе 25-30 %, на горчице сарептской – 22-32 % (рис. 7.4)



\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.4 – Биологическая эффективность фунгицидов против альтернариоза при применении их в фазе бутонизации озимых рапса и горчицы сарептской, 2012-2014 гг.

Обработка вегетирующих растений озимых рапса и горчицы сарептской препаратами в фазе цветения не привела к существенному снижению распространенности и развития альтернариоза. Результаты испытаний фунгицидов свидетельствуют о средней БЭ всех препаратов, составившей на культурах от 51 до 60 % за исключением препарата с д.в. метконазол, который проявил низкую БЭ (48 %) при опрыскивании растений горчицы сарептской (рис. 7.5).

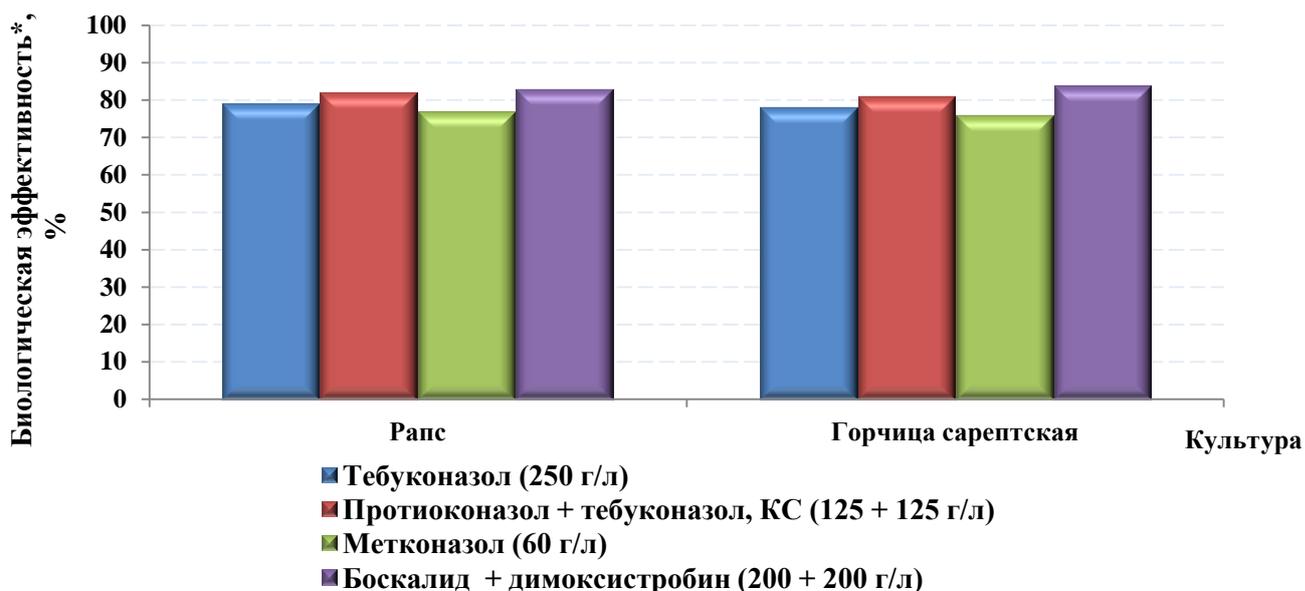


\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.5 – Биологическая эффективность фунгицидов против альтернариоза при применении их в фазе цветения озимых рапса и горчицы сарептской, 2012-2014 гг.

Высокая биологическая эффективность всех изученных фунгицидов отмечена при обработке растений рапса и горчицы сарептской в фазе зеленого стручка, составившая 77-83 % на рапсе и 76-84 % – на горчице сарептской. Наибольшая БЭ при применении на обеих культурах оказалась у препаратов с д.в. протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л): 82-83 % на рапсе и 81-84 % – на горчице сарептской (рис. 7.6).

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 (Химическая и биологическая защита..., 1983).



\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.6 – Биологическая эффективность фунгицидов против альтернариоза при применении их в фазе зеленого стручка озимых рапса и горчицы сарептской, 2012-2014 гг.

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 (табл. 7.17).

Таблица 7.17 – Урожайность рапса озимого при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2012-2014 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Урожайность, т/га	± к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (б/о)	–	2,75	–	–
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	3,02	+ 0,27	2,82

Продолжение таблицы 7.17

1	2	3	4	5	6
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
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

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Наибольший сохраненный урожай отмечен в вариантах №№ 11 и 13 с применением препаратов с д.в. протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л), составив 0,34-0,36 т/га.

Оценка хозяйственной эффективности испытанных препаратов при опрыскивании вегетирующих растений горчицы сарептской озимой в годы исследований продемонстрировала сохранение урожая семян, достоверно превышающее контроль, в вариантах №№ 3, 10, 11 и 13, составив 0,30-0,36 т/га (табл. 7.18)

Таблица 7.18 – Урожайность горчицы сарептской озимой при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2012-2014 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Урожай- ность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	Контроль (б/о)	–	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

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Наибольший сохраненный урожай семян горчицы сарептской отмечен в вариантах №№ 11 и 13 с применением препаратов с д.в. протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л), составив 0,34-0,36 т/га.

Следующим этапом стало изучение влияния на развитие фомоза на озимых масличных культурах семейства Капустные фунгицидов при двукратном опрыскивании растений: осенью в фазе розетки + весной в фазе бутонизации и осенью в фазе розетки + весной в фазе полного цветения (Приложение Е).

Норма расхода некоторых препаратов во время осенней обработки была снижена на 25 %. Схема опыта разработана для рапса и горчицы сарептской, однако, т.к. распространенность болезни на горчице сарептской в годы исследований не превышала 50,0 %, данные по испытанию препаратов на этой культуре считаем не достоверными, поэтому представлены результаты только по рапсу.

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.

Выявлено, что в вариантах №№ 2 и 3 степень поражения растений болезнью составляла 1-2 балла, в остальных вариантах с применением препаратов – 1-3 балла, а в контроле варьировала от 1 до 4 баллов (табл. 7.19).

Таким образом, экстраполируя данные, полученные при опрыскивании растений рапса озимого, на горчицу сарептскую озимую, 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 д.в. тебуконазол (250 г/л) с нормой расхода 0,75 + 1,0 л/га или протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) с нормой расхода 0,6 + 0,8 л/га эффективно снижает распространенность и развитие фомоза на растениях.

Таблица 7.19 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фомоза, биологическая эффективность (БЭ, %) фунгицидов на рапсе озимом при двукратной обработке, 2015-2017 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Фомоз		БЭ* препарата, %
			P, %	R, %	
1	Контроль (б/о)	-	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	82
3	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,6 + 0,8	28,7	6,8	84
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	0,75 + 1,0	41,4	15,8	63
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5 + 0,5	42,7	18,0	58
Обработка растений в фазе: розетка + цветение					
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	0,75 + 1,0	39,1	13,6	68
7	Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,6 + 0,8	34,0	12,0	72
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)	0,75 + 1,0	43,0	18,8	56
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5 + 0,5	41,4	18,8	56

\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Уменьшению распространенности и развития альтернариоза на растениях озимых рапса и горчицы сарептской способствовало однократное опрыскивание посевов культур в фазе зеленого стручка препаратами, содержащими д.в. протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) с нормой расхода 0,8 л/га или боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) с нормой расхода 0,5 л/га.

Высокая биологическая эффективность против фомоза отмечена в вариантах №№ 2 и 3 у препаратов, содержащих д.в. тебуконазол (250 г/л) (эталон) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л), составив 82,0 и 84,0 %

соответственно. В остальных вариантах биологическая эффективность была средней, варьируя от 56,0 до 72,0 %.

### **7.2.2 Влияние фунгицидов с ретардантным действием на перезимовку озимых рапса и горчицы сарептской**

Как показано в разделе 7.2.1, 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) (табл. 7.20).

Максимальное количество перезимовавших растений (89-90 %) отмечено в вариантах с применением препаратов с д.в. тебуконазол (эталон) и протиоконазол + тебуконазол. Перезимовка рапса озимого в остальных вариантах составила 78-80 %, что находится на уровне с контролем (81 %).

Таблица 7.20 – Влияние фунгицидов с ретардантным действием на перезимовку растений рапса озимого, 2015-2017 гг.

Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>		Перези- мовка, %	t-критерий факт.*
		осенью	весной		
Контроль (б/о)	-	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

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Диаметр корневой шейки растений рапса озимого при проведении измерений осенью составил во всех вариантах 7-9 мм (табл. 7.21).

Таблица 7.21 – Влияние фунгицидов с ретардантным действием на диаметр корневой шейки растений рапса озимого, 2015-2017 гг.

Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Диаметр корневой шейки растений, мм	
		перед опрыскиванием осенью	во время возобновления вегетации весной
Контроль (б/о)	-	7	18
Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	7	22
Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	7	23
Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	8	19
Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	9	21

Весенние измерения показали, что наибольшее увеличение диаметра корневой шейки растений рапса отмечено в вариантах с препаратами с д.в.

тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) – на 15-16 мм в сравнении с увеличением в контроле на 11 мм. В остальных вариантах диаметр корневой шейки к моменту возобновления вегетации растений весной увеличился на 11-12 мм.

Следовательно, при использовании препаратов с д.в. тебуконазол (250 г/л) и протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) выше перезимовка и больше диаметр корневой шейки растений рапса озимого по сравнению с другими вариантами и контролем.

Перед обработкой растений горчицы сарептской озимой количество растений по вариантам составило в среднем 42-48 шт./м<sup>2</sup> (табл. 7.22).

Таблица 7.22 – Влияние фунгицидов ретардантным действием на перезимовку растений горчицы сарептской озимой, 2015-2017 гг.

Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>		Перези- мовка, %	t-критерий факт.*
		осенью	весной		
Контроль (б/о)	-	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

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  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 д.в. тебуконазол и протиоконазол + тебуконазол.

Перезимовка горчицы сарептской озимой в остальных вариантах составила 58-60 %, что находится на уровне с контролем (57 %).

Диаметр корневой шейки растений горчицы сарептской озимой при проведении измерений осенью составил во всех вариантах 7-9 мм так же, как и у рапса озимого (табл. 7.23).

Таблица 7.23 – Влияние фунгицидов с ретардантным действием на диаметр корневой шейки растений горчицы сарептской озимой, 2015-2017 гг.

Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Диаметр корневой шейки растений, мм	
		перед опрыскиванием осенью	во время возобновления вегетации весной
Контроль ( б/о)	-	8	18
Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	9	20
Протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л)	0,8	7	23
Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	8	20
Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	7	18

Весенние измерения показали, что в контроле произошло увеличение диаметра корневой шейки растений горчицы сарептской на 10 мм. В варианте с препаратом с д.в. протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) он увеличился на 16 мм, составив 23 мм по сравнению с контролем 18 мм. В остальных вариантах диаметр корневой шейки к моменту возобновления вегетации растений горчицы весной увеличился на 11-12 мм.

Таким образом, при использовании препарата с д.в. протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) выше перезимовка и больше диаметр корневой шейки растений горчицы сарептской озимой по сравнению с контролем и другими вариантами.

### **7.2.3 Влияние фунгицидов на пораженность инфекционными болезнями вегетирующих растений яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика**

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).

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.

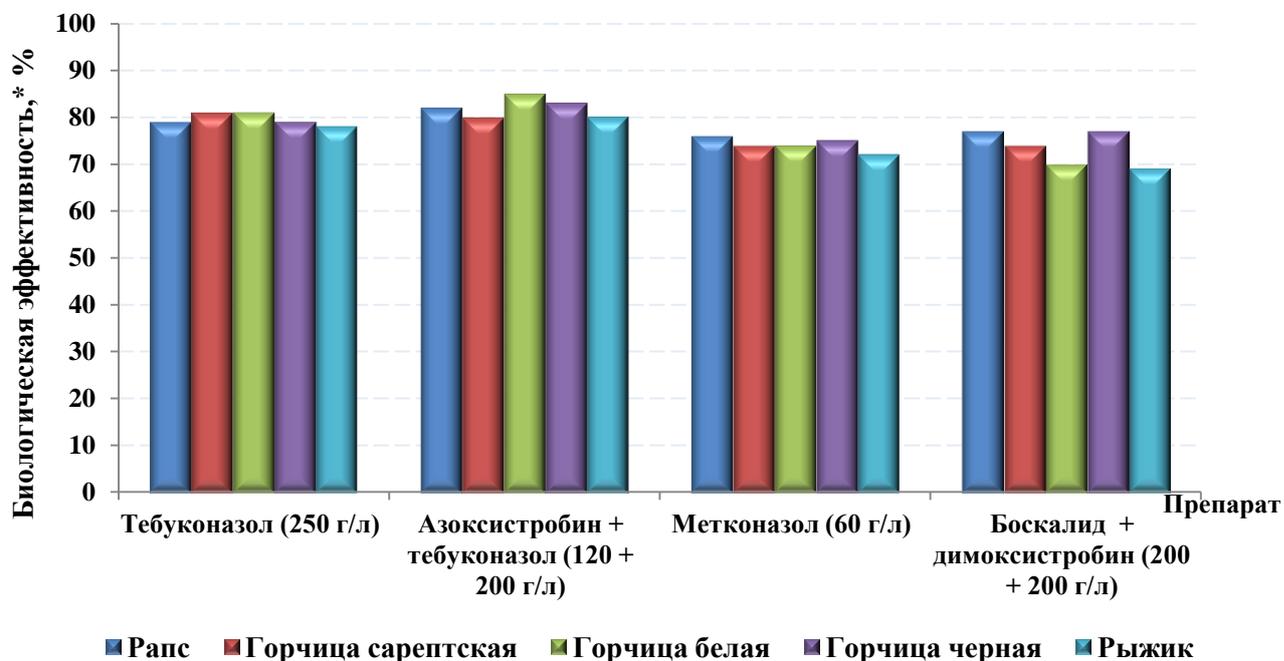
Распространенность фузариозного увядания в среднем за годы исследований в контрольных вариантах на естественном инфекционном фоне была высокой и составила: на рапсе 57,7; на горчице сарептской – 52,0; горчице белой – 55,3; горчице черной – 50,4 и рыжике – 50,8 %. Развитие болезни в контролях было средним – от 34,0 до 40,0 (Приложение 3.1-3.5).

Обработка растений масличных культур семейства Капустные фунгицидами способствовала снижению распространенности и развития фузариозного увядания в разной степени.

При опрыскивании в фазе бутонизации высокая биологическая эффективность (БЭ) против болезни отмечена на всех культурах у препаратов, содержащих тебуконазол (250 г/л) и азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л), составив 78-85 % (рис. 7.7).

Также высокая БЭ установлена у препарата с д.в. метконазол (60 г/л) при использовании его для опрыскивания рапса ярового (76 %) и препарата с д.в.

боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) на рапсе и горчице черной (77 %). Наибольшая БЭ, составившая от 80 % и выше, при применении на всех культурах выявлена у препарата с д.в. азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л).

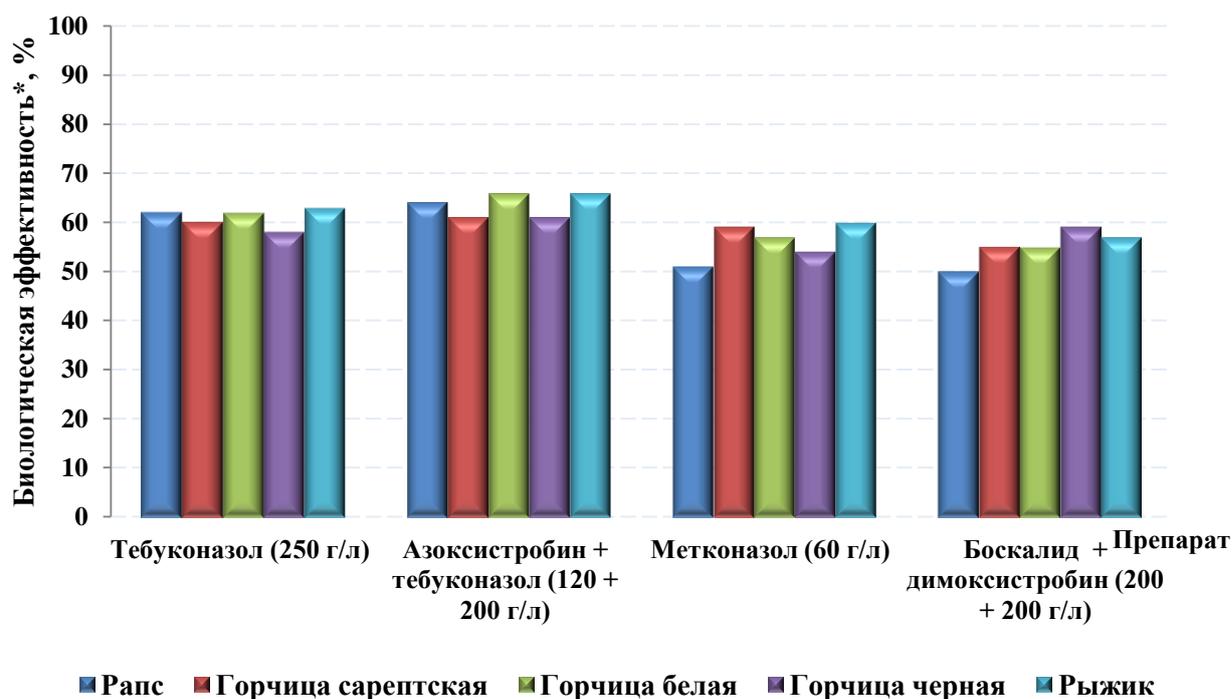


\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.7 – Биологическая эффективность фунгицидов против фузариозного увядания при применении их в фазе бутонизации яровых масличных культур семейства Капустные, 2018-2020 гг.

Результаты испытаний фунгицидов при применении их в фазе цветения яровых культур свидетельствуют об их средней биологической эффективности во всех вариантах, составившей 50-66 % (рис. 7.8).

Наибольшая биологическая эффективность отмечена у препарата с д.в. азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) при обработке растений горчицы белой и рыжика ярового.

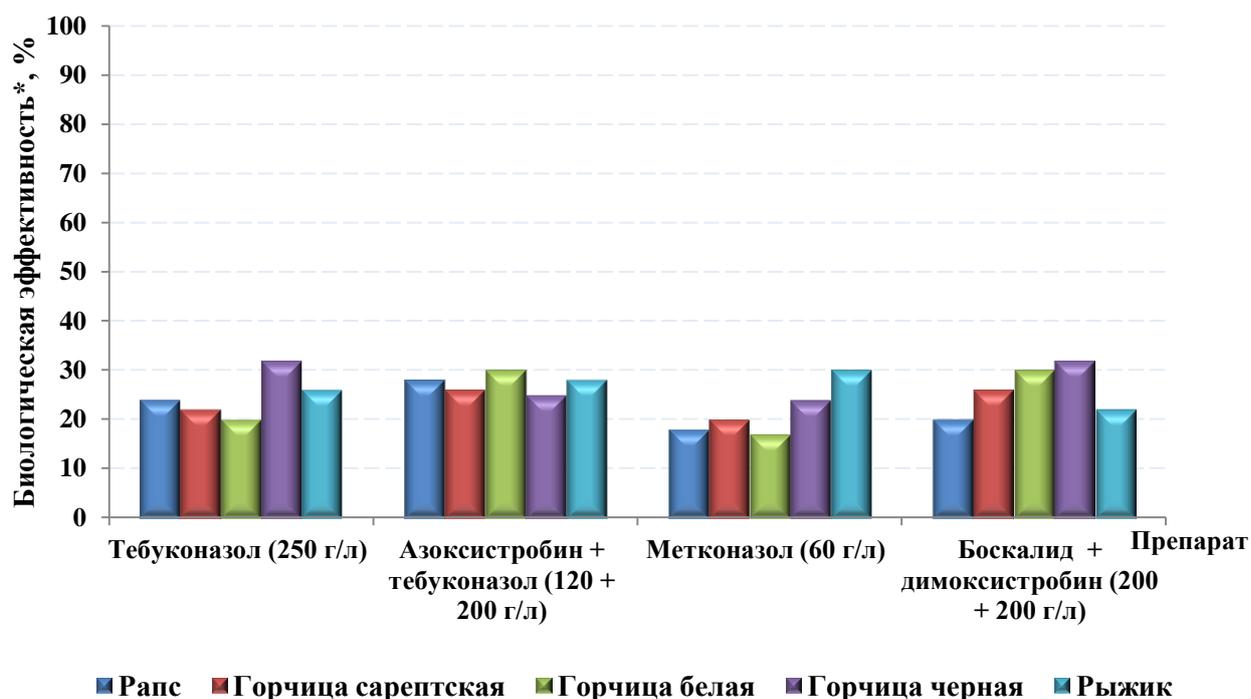


\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.8 – Биологическая эффективность фунгицидов против фузариозного увядания при применении их в фазе цветения яровых масличных культур семейства Капустные, 2018-2020 гг.

Обработка растений яровых масличных культур семейства Капустные в фазе зеленого стручка продемонстрировала низкую биологическую эффективность всех препаратов, которая не превысила 32 % (рис. 7.9).

Таким образом, в результате исследований установлено наиболее эффективное действие против фузариозного увядания у препаратов с д.в. 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 составила 78-81 и 80-85 % соответственно.

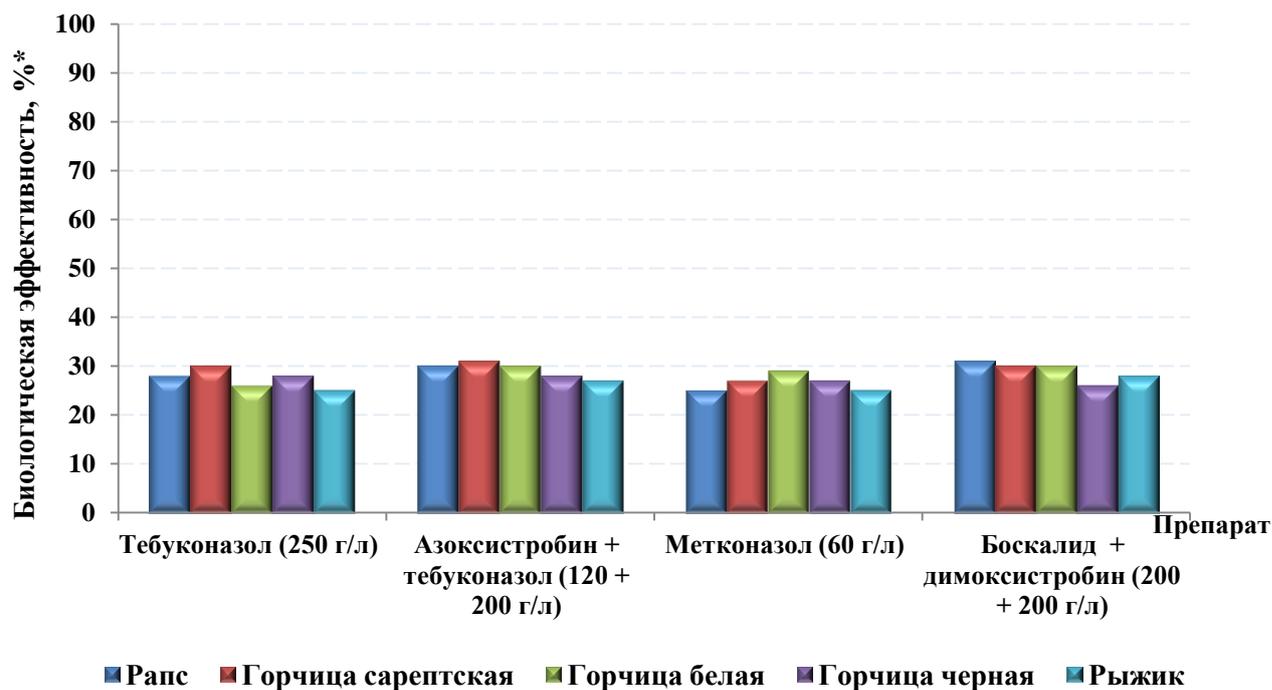


\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.9 – Биологическая эффективность фунгицидов против фузариозного увядания при применении их в фазе зеленого стручка яровых масличных культур семейства Капустные, 2018-2020 гг.

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 (Приложение Ж.1-Ж.5). Обработка растений масличных культур семейства Капустные фунгицидами также способствовала снижению распространенности и развития болезни в разной степени.

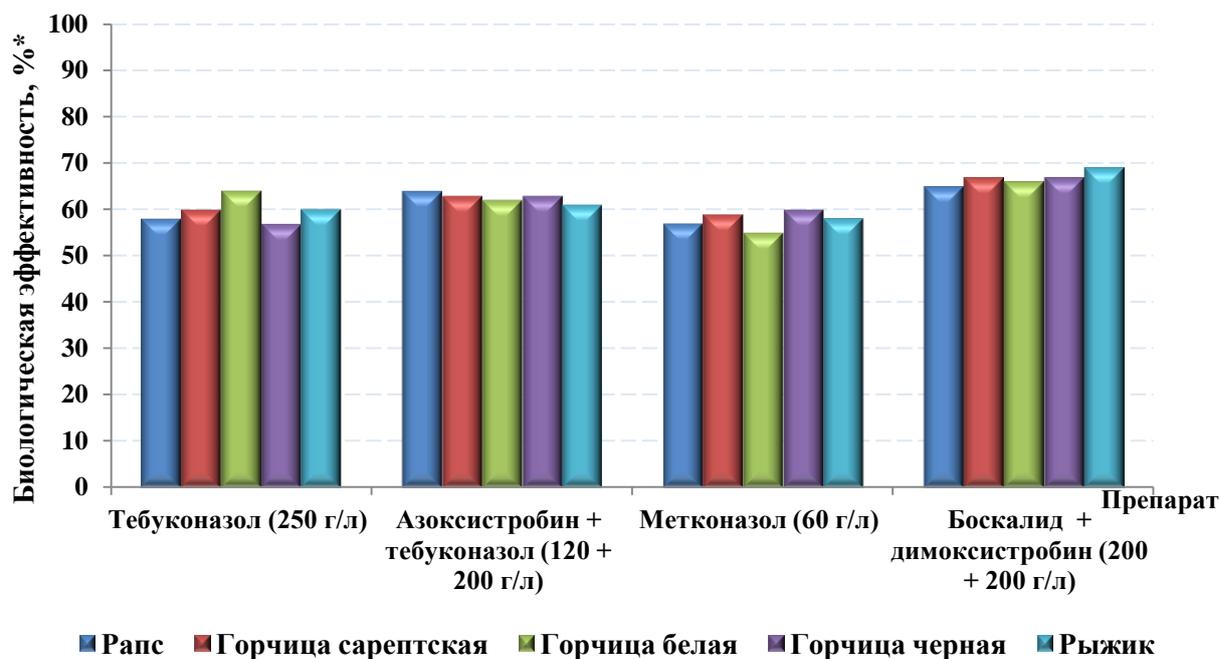
При опрыскивании масличных культур семейства Капустные против альтернариоза в фазе бутонизации препараты во всех вариантах продемонстрировали низкую биологическую эффективность, которая не превысила 31 % (рис. 7.10).



\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.10 – Биологическая эффективность фунгицидов против альтернариоза при применении их в фазе бутонизации яровых масличных культур семейства Капустные, 2018-2020 гг.

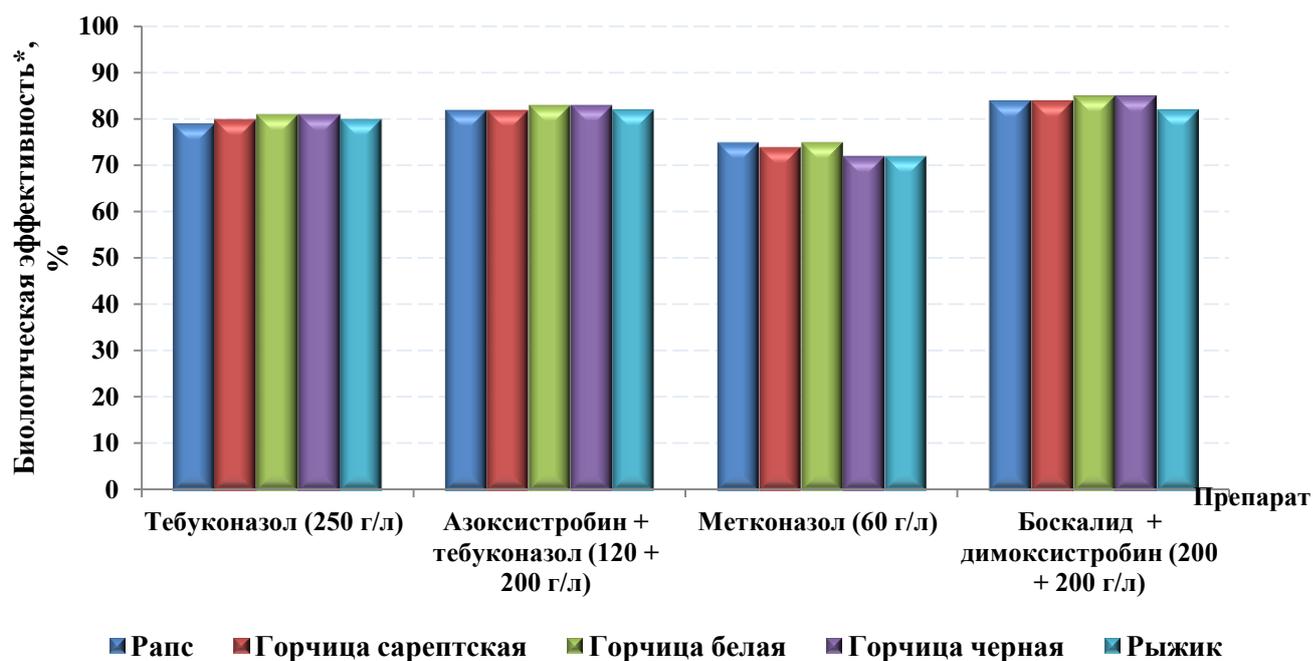
Результаты испытаний фунгицидов при опрыскивании яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика в фазе цветения свидетельствуют о средней биологической эффективности во всех вариантах, составившей 55-69 %. Наибольшая биологическая эффективность (69 %) отмечена у препарата с д.в. боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) при обработке растений рыжика ярового (рис. 7.11).



\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.11 – Биологическая эффективность фунгицидов против альтернариоза при применении их в фазе цветения яровых масличных культур семейства Капустные, 2018-2020 гг.

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 у препаратов во всех вариантах отмечена высокая биологическая эффективность – 79-85 % за исключением варианта с фунгицидом с д.в. метконазол (60 г/л), где БЭ на всех культурах была средней – 72-75 %. Тем не менее, показатели БЭ у этого пестицида выше по сравнению с применением препаратов в фазе цветения и находятся на границе между средней и высокой БЭ. Наибольшая БЭ, составившая 82-85 % при применении на всех культурах, выявлена у препаратов с д.в. азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) (рис. 7.12).



\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Рисунок 7.12 – Биологическая эффективность фунгицидов против альтернариоза при применении их в фазе зеленого стручка яровых масличных культур семейства Капустные, 2018-2020 гг.

Таким образом, в результате исследований установлено наиболее эффективное действие против альтернариоза у фунгицидов с д.в. 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. БЭ 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 (табл. 7.24-7.28).

Таблица 7.24 – Урожайность рапса ярового при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Урожай- ность, т/га	± к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	Контроль (б/о)	-	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
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

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таблица 7.25 – Урожайность горчицы сарептской яровой при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Урожай- ность, т/га	± к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (б/о)	-	1,82	-	-
Обработка растений в фазе бутонизации					
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,10	+ 0,28	2,94

Продолжение таблицы 7.25

1	2	3	4	5	6
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
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

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таблица 7.26 – Урожайность горчицы белой при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (б/о)	-	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

Продолжение таблицы 7.26

1	2	3	4	5	6
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
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

\* -  $t_{\text{теор.}} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таблица 7.27 – Урожайность горчицы черной при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Урожай- ность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (б/о)	-	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

Продолжение таблицы 7.27

1	2	3	4	5	6
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
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

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таблица 7.28 – Урожайность рыжика ярового при обработке растений фунгицидами против комплекса болезней в разные фазы вегетации, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	2	3	4	5	6
1	Контроль (б/о)	-	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

Продолжение таблицы 7.28

1	2	3	4	5	6
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

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  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.

Кроме этого, на рапсе яровом 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 (табл. 7.29).

Наименьшие распространенность и развитие фузариозного увядания и альтернариоза отмечены в вариантах №№ 2 и 3 с применением препаратов с д.в. тебуконазол (250 г/л) и азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л), составив 14,6-15,6 и 5,4-6,4 %; 13,8-16,0 и 5,3-6,6 % соответственно.

Высокая биологическая эффективность препаратов против обеих болезней выявлена во всех вариантах, составив против фузариозного увядания 78-85, против альтернариоза – 79-88 %.

Таблица 7.29 – Распространенность (Р, %), развитие (R, %) фузариозного увядания, альтернариоза и биологическая эффективность (БЭ, %) фунгицидов на рапсе яровом при двукратном опрыскивании растений (бутонизация + зеленый стручок), 2019-2021 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Фузариозное увядание			Альтернариоз		
			Р, %	R, %	БЭ, %	Р, %	R, %	БЭ, %
1	Контроль (б/о)	-	56,2	35,8	-	58,0	44,0	-
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	15,6	6,4	82	16,0	6,6	85
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,8	14,6	5,4	85	13,8	5,3	88
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	17,6	7,9	78	20,8	9,2	79
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	0,5	17,0	7,5	79	19,6	8,4	81

\* - Биологическая эффективность: низкая – до 50 %; средняя – 51-75 %; высокая – 76 % и выше.

Установлено, что применение испытанных фунгицидов способствовало сохранению урожая рапса на 0,38-0,48 т/га. Существенная разница с контролем отмечена во всех вариантах, наибольшей она установлена в варианте с использованием препарата с д.в. азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) – 0,48 т/га (табл. 7.30).

Таблица 7.30 – Урожайность семян рапса ярового при двукратной обработке растений фунгицидами в фазах бутонизации и зеленый стручок, 2019-2021 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препара- та, л/га	Урожайность, т/га	$\pm$ к контролю, т/га	t-критерий факт.*
1	Контроль (б/о)	-	1,78	-	-
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	1,0	2,21	+ 0,43	3,26
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	0,5	2,26	+ 0,48	3,32
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)	1,0	2,14	+ 0,36	3,20
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)	1,0	2,16	+ 0,38	3,22

\* -  $t_{теор.} = 2,77$  на уровне значимости 0,05

Таким образом, для снижения распространенности и развития вредоносных болезней на яровых масличных культурах семейства Капустные (фузариозного увядания и альтернариоза) при опрыскивании вегетирующих растений наиболее эффективным являлся препарат, содержащий д.в. азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) при двукратном применении. 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, считаем, что эффективность двукратного применения испытанных препаратов на яровых горчице сарептской, горчице белой, горчице черной и рыжике будет также высокой.

### **7.3 Оптимизация системы химических защитных мероприятий агроценозов масличных культур семейства Капустные от комплексов инфекционных болезней**

Фирмы-оригинаторы химических средств защиты растений разрабатывают свои схемы применения комплекса препаратов разного предназначения: инсектицидов, фунгицидов и гербицидов с целью уничтожения или снижения численности вредных организмов в посевах рапса (Зональные ресурсосберегающие технологии, 2011; Комплексная защита рапса, 2023; Программируем урожайность рапса, 2023). Однако не всегда фунгициды, входящие в такие схемы, снижают распространенность и развитие болезней высокоэффективно, поэтому перед нами встала задача выбрать для применения в селекционной практике и производстве рапса комплекс наиболее малотоксичных препаратов с наиболее высокой биологической и экономической эффективностью, сроки их применения. 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 нуждаются также в защите от поражения комплексами вредоносных болезней.

На основе данных наших исследований по влиянию действующих веществ фунгицидов на распространенность и развитие наиболее вредоносных болезней масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья оптимизирована система химической защиты посевов изученных культур. Испытания проведены в 2021-2023 гг. на одной озимой и одной яровой культурах: рапсе озимом и горчице сарептской яровой. В ходе проведения исследований определяли биологическую и экономическую эффективность комплекса химических препаратов против фомоза и альтернариоза на рапсе озимом сорт Лорис и фузариозного увядания и альтернариоза – на горчице сарептской яровой сорт Юнона.

В схему опыта включены препараты, содержащие изученные действующие вещества, которые продемонстрировали в течение нескольких лет высокую биологическую эффективность. Предпосевную обработку семян культур осуществляли протравителем Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) с нормой расхода 12,5 л/т. Опрыскивание опытных участков обеих культур площадью по 36 м<sup>2</sup> проводили: рапса озимого препаратами Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол, 125 г/л тебуконазол) двукратно с нормой расхода 0,6 и 0,8 л/га и Пиктор, КС (200 г/л боскалид, 200 г/л димоксистробин) однократно с нормой расхода 0,5 л/га, горчицы сарептской яровой – препаратом Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол) двукратно с нормой расхода 0,8 и 0,8 л/га (Приложение И).

Погодные условия 2021-2023 гг. в месте проведения опытов (Приложение А.11-А.13) 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 на рапсе озимом в опыте на контрольном варианте в среднем за три года исследований составила 51,8 %, развитие – 41,2 %; альтернариоза – 55,6 и 45,7 % соответственно (табл. 7.31).

В варианте с использованием системы защитных мероприятий распространенность и развитие фомоза на рапсе снизились в 1,7 и 5,5 раза по сравнению с контролем, составив 29,6 и 7,4 % соответственно.

Распространенность и развитие альтернариоза на рапсе озимом в результате действия системы защиты растений снизились по сравнению с контрольным вариантом в 1,8 и 7,1 раза, составив 29,7 и 6,4 % соответственно. Биологическая эффективность системы химических защитных мероприятий против комплекса болезней (фомоза и альтернариоза) на рапсе озимом была высокой, составив 82 и 86 %.

Таблица 7.31 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фомоза, альтернариоза и биологическая эффективность (БЭ, %) системы химических защитных мероприятий против комплекса болезней на рапсе озимом, сорт Лорис, 2021-2023 гг.

Система защитных мероприятий	Норма расхода препарата, л/т, л/га	Фомоз			Альтернариоз		
		P, %	R, %	БЭ, %	P, %	R, %	БЭ, %
Контроль (б/о)	–	51,8	41,2	–	55,6	45,7	–
Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил)	12,5	29,6	7,4	82	29,7	6,4	86
Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол, 125 г/л тебуконазол)	0,6 (осень) + 0,8 (весна)						
Пиктор, КС (200 г/л боскалид, 200 г/л димоксистробин)	0,5						

В связи с тем, что посевы горчицы сарептской озимой поражаются фомозом и альтернариозом в той же степени, что и рапса озимого,

разработанная система химической защиты агроценозов от болезней будет эффективна и для применения и на этой культуре.

Распространенность фузариозного увядания на горчице сарептской яровой в опыте на контроле составляла 52,2 %, развитие – 36,4 %, альтернариоза – 57,6 и 44,8 % соответственно (табл. 7.32).

Система защитных мероприятий посевов горчицы сарептской яровой позволила снизить распространенность и развитие фузариозного увядания на растениях в 2,0 и 5,5 раза по сравнению с контрольным вариантом (25,8 и 6,6 % соответственно), распространенность и развитие альтернариоза – в 2,0 и 6,2 раза, составив 28,8 и 7,2 % соответственно. Биологическая эффективность оптимизированной системы химических защитных мероприятий против комплекса болезней (фузариозного увядания и альтернариоза) на горчице сарептской яровой была высокой, составив 82 и 84 %.

Таблица 7.32 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания, альтернариоза и биологическая эффективность (БЭ, %) системы химических защитных мероприятий против комплекса болезней на горчице сарептской яровой, сорт Юнона, 2021-2023 гг.

Система защитных мероприятий	Норма расхода препарата, л/т, л/га	Фузариозное увядание			Альтернариоз		
		P, %	R, %	БЭ, %	P, %	R, %	БЭ, %
Контроль (б/о)	–	52,2	36,4	–	57,6	44,8	–
Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил)	12,5	25,8	6,6	82	28,8	7,2	84
Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол)	0,8 + 0,8						

Поскольку интенсивность поражения яровых рапса, горчицы белой, горчицы и рыжика фузариозным увяданием и альтернариозом аналогична

поражению горчицы сарептской яровой, предложенная химическая система защиты агроценозов будет высокоэффективна также и на этих культурах.

В результате оценки одного из показателей эффективности действия изучаемых препаратов – сохраненного урожая сельскохозяйственных культур – установлено, что урожайность рапса озимого и горчицы сарептской яровой в среднем за 2021-2023 гг. в вариантах с применением системы защитных химических мероприятий существенно превысила контрольный вариант (на 0,59 и 0,56 т/га соответственно).

Основным критерием использования разных приемов при выращивании сельскохозяйственных культур является экономическая эффективность (Кривошлыков, 2017). Установлено, что применение системы химических защитных мероприятий позволило получить условный чистый доход с каждого гектара на рапсе озимом 17 700 руб., горчице сарептской яровой – 19 600 руб. (табл. 7.33).

Таблица 7.33 – Экономическая эффективность химических защитных мероприятий посевов рапса озимого сорт Лорис и горчицы сарептской яровой сорт Юнона от комплекса болезней, 2021-2023 гг.

Показатель	Система химических защитных мероприятий	
	Рапс озимый	Горчица сарептская яровая
Урожайность в контроле, т/га	2,77	1,98
Урожайность при применении защитных мероприятий, т/га	3,36	2,54
Сохраненный урожай, т/га	0,59	0,56
Стоимость сохраненного урожая, руб.	17 700	19 600
Цена реализации, руб./т (среднее за 2021-2023 гг.)	30 000	35 000
Затраты на применение препаратов и уборку дополнительного урожая в расчете на 1 га, руб.	6 650	5 340
Условный чистый доход на 1 га, руб.	11 050	14 260
Рентабельность, %	62,4	72,7
Окупаемость дополнительных затрат, раз	2,7	3,6

При этом уровень рентабельности производства составил 62,4 и 72,7 %, а окупаемость дополнительных затрат – 2,7 и 3,6 раза соответственно, что свидетельствует о высокой эффективности этой системы.

Производственные испытания системы защитных мероприятий от комплекса грибных болезней (фомоза и альтернариоза) с использованием химических фунгицидов проведены на рапсе озимом сорт Лорис в 2022-2023 гг. в ПАО «Племзавод им. В.И. Чапаева» (Краснодарский край, Динской р-н) (Приложение К.1). В качестве предшественника рапса озимого был черный пар.

Внедрение в производство системы химической защиты посевов горчицы сарептской яровой сорт Юнона от комплекса вредоносных болезней (фузариозное увядание и альтернариоз) осуществлено в 2023 г. в ЗАО «ФЭС-Семена» (Ставропольский край, Шпаковский р-н) (Приложение К.2). В качестве предшественника горчицы сарептской яровой использовалась озимая пшеница.

Для проведения производственных испытаний было выделено для рапса и горчицы по два участка площадью по 10 га: контрольный вариант и вариант с применением химических препаратов. На контрольных и опытных участках проводилась обработка посевов культур от однолетних злаковых и двудольных сорняков гербицидом Бутизан Стар, КС и насекомых-вредителей инсектицидами Пиринекс Супер, КЭ и Амплиго, МКС.

В производственную апробацию опытов включены препараты:

- на рапсе озимом: протравитель семян Селест Топ, КС, фунгициды для обработки вегетирующих растений Прозаро, КЭ и Пиктор, КС;
- на горчице сарептской яровой: протравитель семян Селест Топ, КС и препарат для обработки вегетирующих растений Кустодия, КС.

Протравителем Селест Топ, КС проводилась предпосевная обработка семян рапса озимого и горчицы сарептской с нормой расхода 12,5 л/т.

Опрыскивание посевов рапса озимого против комплекса болезней препаратом Прозаро, КЭ выполнено в фазах розетки и бутонизации с нормой

расхода 0,6 и 0,8 л/га соответственно, фунгицидом Пиктор, КС – в фазе зеленого стручка с нормой расхода 0,5 л/га.

Обработка посевов горчицы сарептской яровой против комплекса болезней произведена препаратом Кустодия, КС в фазах бутонизации и зеленого стручка с нормой расхода по 0,8 л/га.

Данные производственных испытаний показали, что проведение химических защитных мероприятий снижает развитие фомоза на растениях рапса озимого на 32,9 %, альтернариоза – на 41,9 % по сравнению с контрольным вариантом. Биологическая эффективность комплекса препаратов против болезней составила 84 и 88 % соответственно (табл. 7.34).

Таблица 7.34 – Биологическая эффективность (БЭ, %) системы защитных мероприятий против фомоза и альтернариоза на рапсе озимом, сорт Лорис, ПАО «Племзавод им. В.И. Чапаева», 2023 г.

Система химических защитных мероприятий	Норма расхода препарата, л/т, л/га	Фомоз		Альтернариоз	
		Развитие болезни, %	БЭ, %	Развитие болезни, %	БЭ, %
Контроль (б/о)	–	39,2	–	47,3	–
Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) + Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол, 125 г/л тебуконазол) + Пиктор, КС (200 г/л боскалид, 200 г/л димоксистробин)	12,5  0,6 + 0,8  0,5	  6,3	  84	  5,4	  88

На горчице сарептской яровой в результате проведенных испытаний установлено, что использованные препараты в комплексе снижали развитие фузариозного увядания на 30,5 %, альтернариоза – на 39,2 % по сравнению с контрольным вариантом. Биологическая эффективность препаратов против болезней составила 81 и 86 % соответственно (табл. 7.35).

Таблица 7.35 – Биологическая эффективность (БЭ, %) системы защитных мероприятий против фузариозного увядания и альтернариоза на горчице сарептской яровой, сорт Юнона, ЗАО «ФЭС-Семена», 2023 г.

Система химических защитных мероприятий	Норма расхода препарата, л/т, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
		Развитие болезни, %	БЭ, %	Развитие болезни, %	БЭ, %
Контроль (б/о)	–	37,5	–	45,7	–
Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил) + Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол)	12,5  0,8 + 0,8	7,0	81	6,5	86

Экономическая эффективность химической системы защиты посевов рапса озимого и горчицы сарептской яровой при проведении производственных испытаний была также высокой (рентабельность составила 67,7 и 84,5 %, окупаемость дополнительных затрат – 3,1 и 6,4 раза соответственно) (Приложение К.1, К.2).

Таким образом, результаты производственных испытаний подтверждают данные наших исследований по изучению эффективности применения химических защитных мероприятий на масличных культурах семейства Капустные.

Являясь экономически выгодным приемом, предлагаемая нами 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 «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов...» для применения на озимой и яровой формах горчицы сарептской и рыжика, а также горчице белой и горчице черной.

## 8 УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ СИСТЕМА 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 (СИЗ) 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 (Интегрированная защита растений..., 2010; Фитосанитарная дестабилизация..., 2013; Дубровин, 2014).

В условиях Западного Предкавказья в 2009 г. была предложена система интегрированной защиты посевов рапса озимого от болезней и вредителей (Пивень, Горлов, Семеренко, 2009). Для снижения распространенности и вредоносности болезней в эту СИЗ 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 химические средства, содержащие тебуконазол (класс триазолы).

По данным В.Т. Пивня, С.Л. Горлова, С.А. Семеренко (2009), 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, Горлов, Семеренко, 2009).

Однако применение этой базовой СИЗ на рапсе озимом в наших многолетних исследованиях не давало в полной мере возможности культуре реализовать свой потенциал урожайности. Кроме этого, до настоящего времени отсутствует СИЗ 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 базовую интегрированную систему защиты агроценозов рапса озимого от поражения болезнями в условиях степной зоны Западного Предкавказья и предложить ее для других изученных масличных культур семейства Капустные с целью максимального сохранения урожая семян.

Входящие в базовую СИЗ некоторые агротехнические мероприятия не приводят к существенному снижению 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, Трубина, Горлова, 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 3.4).

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 5.2).

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) (табл. 8.1).

Таблица 8.1 – Влияние микроудобрений на распространенность (P, %) и развитие (R, %) фузариозного увядания на яровой рапсе горчице сарептской, 2020-2022 гг.

Вариант	Норма расхода препарата, л/га	Способ внесения микроудобрения	Фузариозное увядание	
			P, %	R, %
Контроль (б/о)	-	-	26,5	14,0
Cu, Zn, B, Mo	0,3	Корневая подкормка	24,5	12,0
Cu, Zn	0,3		27,0	15,0
Mg, S	2,0	Некорневая подкормка	30,0	17,5
Mg, S + B	2,0		28,0	15,5
Аминокислоты + Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo	2,0		27,0	15,0

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, только в фазе розетки является недостаточным для снижения вреда, наносимого озимым рапсу и горчице сарептской фомозом и другими болезнями. Вредоносность многих болезней является существенной при их высокой распространенности и отсутствии обработок посевов культур препаратами в весенне-летний период (см. Раздел 7.2).

Наряду с этим, в базовой СИЗ 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.

Все приведенные недочеты базовой системы интегрированной защиты растений свидетельствуют о необходимости ее усовершенствования с целью получения стабильно высокого урожая озимых и яровых рапса, горчицы сарептской и рыжика, а также горчицы белой и горчицы черной.

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 малотоксичных химических препаратов для обработки семян и вегетирующих растений (табл. 8.2).

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.

Таблица 8.2 – Базовая и усовершенствованная система интегрированной защиты агроценозов масличных культур семейства Капустные от болезней в условиях степной зоны Западного Предкавказья

Фактор	Система интегрированной защиты агроценозов	
	базовая	усовершенствованная
Культура	Рапс озимый	Озимые рапс, горчица сарептская, рыжик и яровые рапс, горчица сарептская, горчица белая, горчица черная и рыжик
Комплекс проводимых мероприятий	<p>1. Агротехнические мероприятия:  - 4-6-польный севооборот;  - внесение микроэлементов;  - дисковое лушение стерни предшественника на глубину 10-15 см, интенсивное рыхление почвы</p> <p>2. Рекомендации в необходимости создания и возделывания устойчивых к болезням сортов</p> <p>3. Применение химических препаратов для обработки вегетирующих растений, содержащих тебуконазол (класс триазолы), против фомоза, цилиндропориза, альтернариоза, белой и серой гнили в фазе розетки при условии теплой продолжительной осени</p>	<p>1. Мониторинг фитосанитарного состояния посевов масличных культур семейства Капустные, определение доминирующих вредоносных болезней: на озимых культурах – фомоз и альтернариоз, на яровых – фузариозное увядание и альтернариоз</p> <p>2. Выделенные образцы культур, устойчивые к болезням и превышающие сорта-стандарты по урожайности при проведении полевой оценки селекционного материала.</p> <p>3. Лабораторная экспресс-оценка селекционного материала культур на устойчивость к наиболее вредоносным болезням.</p> <p>4. Оптимизированная система химических защитных мероприятий агроценозов, включающая:  - протравители семян, содержащие флудиоксонил (класс фенилпирролы);  - препараты для обработки вегетирующих растений, содержащие вещества классов карбоксамида, стробилурины и триазолы, применять не дожидаясь первых симптомов болезни на растениях:  - озимых рапса и горчицы сарептской против фомоза – в фазах розетки и бутонизации;  - яровых культур против фузариозного увядания – в фазе бутонизации;  - озимых и яровых культур против альтернариоза – в фазе зеленого стручка.</p>

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 (см. Раздел 7.2).

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 % (см. Раздел 7.2).

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 «Государственном каталоге 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.

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

Усовершенствована методика проведения мониторинга фитосанитарного состояния посевов масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья: определены оптимальные фазы вегетации для проведения учетов поражения растений разными болезнями, модифицированы известные и разработаны новые шкалы степени поражения растений масличных культур семейства Капустные болезнями.

Установлен современный видовой состав возбудителей болезней масличных культур семейства Капустные, которые относятся к отделам Oomycota (Подцарство SAR (Stramenopiles + Alveolata + Rhizaria)), Proteobacteria (Царство Bacteria), Ascomycota, Mucoromycota, Basidiomycota, Chytridiomycota (Царство Fungi), типам Nematoda (Царство Animalia) и Tenericutes (Царство Bacteria). Уточнены симптомы проявления болезней на растениях в условиях степной зоны Западного Предкавказья. Установлены отличия по поражению растений пероноспорозом между рыжиком озимым и другими изученными культурами.

Озимые масличные культуры семейства Капустные поражались преимущественно мучнистой росой, пероноспорозом, фомозом, альтернариозом и склеротиниозом, яровые – мучнистой росой, пероноспорозом, фузариозным увяданием и альтернариозом. Распространенность болезней не зависела от изученных погодных факторов в целом за изучаемый период (с первой декады мая по вторую декаду июля). При увлажнении среды от недостаточного до избыточного (ГТК = 0,7-1,6) и средней относительной влажности воздуха 56-71 % фиксировалась средняя и высокая распространенность доминирующих болезней со степенью поражения растений вплоть до высшего балла шкалы.

Наиболее вредоносными для озимых рапса и горчицы сарептской являлись фомоз и альтернариоз, рыжика озимого – пероноспороз, яровых культур – фузариозное увядание и альтернариоз. Продуктивность растений

озимых и яровых масличных культур семейства Капустные значительно снижалась и под влиянием возбудителей других болезней при высокой степени их поражения, однако низкая и средняя распространенность болезней не приводила к уменьшению урожая семян культур.

Из образцов почвы агроценозов всех изученных озимых и яровых культур выделены грибы родов *Trichoderma* Pers., *Fusarium* Link, *Penicillium* Link, *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Cladosporium* Link и *Mucor* Fresen. Озимые рапс, горчица сарептская и рыжик способствовали значительному увеличению доли грибов-супрессоров *Trichoderma* spp. в почве в течение вегетации культур (на 37,6-46,1 %). Обилие патогенных микромицетов рода *Fusarium* Link существенно снижалось в почве агроценозов озимых горчицы сарептской и рыжика (на 30,0-39,7 %) к моменту их созревания. При возделывании яровых масличных культур семейства Капустные максимальное увеличение доли грибов *Trichoderma* Pers. и наибольшее снижение доли грибов *Fusarium* Link в фазе желтого стручка отмечено в почве агроценоза горчицы белой – на 31,9 и 29,6 % соответственно.

Использование естественного инфекционного фона фомоза, а также разработанный нами метод искусственного заражения растений возбудителем болезни в полевых условиях является эффективным для отбора образцов озимых рапса и горчицы сарептской, устойчивых к болезни с целью введения их в селекционный процесс. Выделены образцы культур, превышающие сорта-стандарты по урожайности и масличности.

Оценка селекционного материала яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика на естественном инфекционном фоне фузариоза 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. В 2023 г. в «Реестр селекционных достижений» включен сорт горчицы сарептской яровой Галатея, устойчивый к фузариозному

увяданию (степень поражения 1-2 балла). В 2024 г. на госсортоиспытание передан сорт горчицы белой Пиканто, устойчивый к этой болезни.

Лабораторная оценка устойчивости селекционного материала яровых масличных культур семейства Капустные к фузариозному увяданию с использованием модифицированного нами метода и разработанных методики проведения исследований и шкалы степени поражения проростков является оперативной. Оценка селекционного материала следует проводить с выдержкой проростков на мицелии возбудителя болезни в течение 5 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.

Предложенная модифицированная методика лабораторной оценки селекционного материала озимых рапса и горчицы сарептской с применением разработанной нами шкалы степени поражения проростков фомозом позволяет быстро осуществлять оценку большого количества образцов на устойчивость к болезни. Проводить ее следует через 7 суток после начала опыта.

Культуральные фильтраты грибов *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans u *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et. De Not, 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.

Фитотоксичного влияния на лабораторную всхожесть семян и биометрические показатели проростков озимых и яровых масличных культур семейства Капустные не оказывали только протравители, содержащие действующее вещество флудиоксонил (8 или 25 г/л). В вариантах с их

применением всхожесть превышала контроль на 1-6 %, длина корня и стебля проростков изученных культур были на уровне с контрольными вариантами или превышали их.

Распространенность и развитие фомоза на вегетирующих растениях эффективно снижала двукратная обработка посевов рапса озимого (осенью в фазе розетки и весной в фазе бутонизации) препаратами, содержащими д.в. тебуконазол (250 г/л) с нормой расхода 0,75 + 1,0 л/га или протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) с нормой расхода 0,6 + 0,8 л/га. Биологическая эффективность (БЭ) препаратов на фоне развития болезни в контрольном варианте 42,8 % составила 82-84 %. Снижению распространенности и развития альтернариоза на вегетирующих растениях озимых рапса и горчицы сарептской способствовало однократное опрыскивание посевов культур в фазе зеленого стручка препаратами с д.в. протиоконазол + тебуконазол (125 + 125 г/л) с нормой расхода 0,8 л/га или боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) с нормой расхода 0,5 л/га. БЭ препаратов на рапсе и горчице на фоне развития болезни в контроле (39,2 и 35,8 %) составила 82-83 и 81-84 % соответственно.

Наиболее эффективное действие против фузариозного увядания установлено у препаратов с д.в. тебуконазол (250 г/л) и азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) с нормой расхода 1,0 и 0,8 л/га при применении их в фазе бутонизации растений. БЭ в этих вариантах на фоне развития болезни в контроле (34,0-40,0 %) составила 78-81 и 80-85 % соответственно. Против альтернариоза наиболее действенными показали себя фунгициды с д.в. азоксистробин + тебуконазол (120 + 200 г/л) и боскалид + димоксистробин (200 + 200 г/л) с нормой расхода 0,8 и 0,5 л/га при применении их в фазе зеленого стручка растений. БЭ в этих вариантах на фоне развития болезни в контрольных вариантах 39,0-45,8 % составила 82-83 и 84-85 % соответственно.

Оптимизированная система химической защиты посевов масличных культур семейства Капустные является экономически выгодным приемом, что позволяет рекомендовать ее как составную часть интегрированной защиты растений к применению не только на рапсе, но и других изученных культурах

при условии включения испытанных препаратов в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов...» для применения на озимой и яровой формах горчицы сарептской и рыжика, а также горчице белой и горчице черной. Сохраненный урожай при использовании комплекса фунгицидов на рапсе озимом составил на 0,59 т/га, на горчице сарептской яровой – 0,56 т/га. Уровень рентабельности составил 62,4 и 72,7 %, окупаемость дополнительных затрат – 2,7 и 3,6 раза соответственно.

Усовершенствованная система интегрированной защиты масличных культур семейства Капустные позволяет ограничивать распространенность и развитие болезней в агроценозах изученных культур, сдерживать возникновение резистентных форм патогенных организмов 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 предложенных шкал степени 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 предпосевной обработки семян препаратом с д.в. флудиоксонил + дифеноконазол, КС (25 + 25 г/л) с нормой расхода 12,5 л/т и обработки посевов в течение вегетации:

- озимых рапса и горчицы сарептской двукратной (в фазах розетки и бутонизации) препаратом с д.в. протиоконазол + тебуконазол, КС (125 + 125 г/л) с нормой расхода 0,6 + 0,8 л/га и однократной (в фазе зеленого стручка) – препаратом с д.в. боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л) с нормой расхода 0,5 л/га;

- яровых рапса, горчицы сарептской, горчицы белой, горчицы черной и рыжика – двукратной (в фазах бутонизации и зеленого стручка) с использованием фунгицида с д.в. азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л) с нормой расхода 0,8 л/га

при условии включения препаратов с изученными действующими веществами в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов...» для применения на рыжике и разных видах горчицы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ 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. Косвенные методы оценки селекционного материала // Агроархив. Сельскохозяйственные материалы : [сайт]. – 2014. – URL : <https://agro-archive.ru/immunitet-rasteniy/page/3/> (дата обращения 12.06.2024).
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. Артемов, И.В. Рапс / И.В. Артемов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 44 с.
12. Афанасенко, О.С. Генетическая защита растений: проблемы и перспективы / О.С. Афанасенко // Защита и карантин растений. – 2016. – № 1. – С. 13–16.
13. 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.
14. Бабьева, И.П. Биология почв / И.П. Бабьева, Г.М.Зенова. – М.: Изд-во Моск. ун-та., 1983. – 149 с.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. Билай, В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – Киев. – 1973. – С. 242.
19. Билай, В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – Киев. – 1982. – 551 с.

20. Билай, В.И. Фузарии / В.И. Билай. – Киев: «Наукова Думка», 1977. – 339 с.
21. Билай, В.И. Аспергиллы / В.И. Билай, Э.З. Коваль. – Киев: Наукова думка, 1988. – 204 с.
22. Биогенность почвы. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия / А.Ф. Витер, В.И. Турусов, В.М. Гармашов, С.А. Гаврилова // Studref : [сайт]. – 2017. – URL : [https://studref.com/302151/agropromyshlennost/biogennost\\_pochvy#697](https://studref.com/302151/agropromyshlennost/biogennost_pochvy#697) (дата обращения: 12.12.2023).
23. Биологически активные соединения овощей / Н.А. Голубкина, С.М. Сирота, В.Ф. Пивоваров [и др.] – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2010. – 200 с.
24. Блажний, Е.С. Почвы равнинной и предгорной степной части Краснодарского края / Е.С. Блажний // Тр. КСХИ. – Краснодар. – 1958. – Вып. № 4 (32). – С. 7–35.
25. Блажний, Е.С. Характеристика водного режима выщелоченных черноземов Кубани / Е.С. Блажний // Агрехимическая характеристика почв и повышение их плодородия // Тр. КСХИ. – Краснодар. – 1974. – Вып. 8 (109). – С. 3–16.
26. Борзенкова, Г.А. Иммунологическая оценка источников зернобобовых культур на устойчивость к вредителям и болезням в свете развития научного наследия Н.И. Вавилова / Г.А. Борзенкова // Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2012. – № 4. – С. 37–45.
27. 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.
28. 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.

29. 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.

30. Бочкарева, Э.Б. Перспективный исходный материал озимого рапса для селекции сортов, устойчивых к фомозу / Э.Б. Бочкарева, В.В. Солдатов, А.В. Степин // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2006. – Вып. 1 (134). – С. 78–82. – ISSN 2412-608X.

31. Брянцев, Б.А. Защита растений от вредителей и болезней / Б.А. Брянцев, Т.Л. Доброзракова. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1958. – 412 с.

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. Ван дер Планк, Я.Е. Устойчивость растений к болезням / Я.Е. Ван дер Планк. – М.: Колос, 1972. – 254 с.

36. Васина, Е.А. Оценка исходного материала сои на продуктивность и устойчивость к грибным патогенам в условиях Приморского края / Е.А. Васина,

О.И. Хасбиуллина. – DOI: [10.24411/1999-6837-2019-13030](https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-13030) // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 3 (51). – С. 13–18.

37. 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.

38. 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.

39. 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.

40. 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.

41. Возняковская, Ю.М. Микробиологические основы экологической системы земледелия / Ю.М. Возняковская // Агрохимия. – 1995. – № 5. – С. 115–124.

42. Воловик, В.Т. Новые сорта капустных культур селекции ВНИИ кормов / В.Т. Воловик, С.Е. Медведева, Т.В. Леонидова // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. – М.: Угрешская типография, 2011. – С. 212–222.

43. Волуевич, Е.А. Генетика устойчивости рапса (*Brassica napus* L.) к фомозу // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2017. – № 1. – pp. 101–118.

44. Восстановить супрессивность почв / В.С. Горьковенко, Л.А. Коростелева, О.А. Монастырский, В.А. Ярошенко // Защита и карантин растений. – 2006. – № 8. – С. 18–19.

45. 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.

46. 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.

47. 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.

48. Гешеле, Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений : монография / Э.Э. Гешеле. – М.: Колос, 1978. – 208 с.

49. 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.

50. 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.

51. 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).

52. 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.

53. Горлов, С.Л. Результаты селекционной работы по горчице и рыжику во ВНИИМК / С.Л. Горлов, В.С. Трубина // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур : сб. науч. докладов на международном координационном совещании по рапсу. – Елец : ФГБНУ «ВНИИ рапса», 2016. – С. 29–36.

54. Горлов, С.Л. Сорт горчицы черной Ниагара / С.Л. Горлов, В.С. Трубина // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – № 3 (163). – С. 102–103.

55. Горчица белая и горчица черная *Sinapis alba* L., *Brassica nigra* (L.) Koch : [сайт]. – URL : <https://eda.wikireading.ru/97001> (дата обращения: 18.01.2024).

56. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Дата введения 1986-07-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 30 с.

57. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – Дата введения 1995-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 57 с.

58. ГОСТ 21507-2013. Защита растений. Термины и определения. – Дата введения 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – 27 с.

59. 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.

60. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории российской федерации. – Часть I. Пестициды. – М., 2023. – С. 65–894.

61. Гойман, Э. Инфекционные болезни растений / Э. Гойман. Пер. с нем. под ред. М.С. Дунина. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1954. – 610 с.
62. Гояева, С.Г. Устойчивость различных сортов сои к болезням / С.Г. Гояева // Научные труды студентов ГГАУ. – 2020. – № 57 (ч. 1). – С. 14–15.
63. 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.
64. 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.
65. 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.
66. Груздев, Г.С. Практикум по химической защите : учебное пособие / Г.С. Груздев, А.И. Афанасьева. – М.: Колос, 1983 – С. 225–231.
67. 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.
68. Губанов, Г.Я. Вилт хлопчатника / Г.Я. Губанов. – М.: Колос, 1972. – 395 с.
69. 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.
70. Доброзракова, Т.Л. Сельскохозяйственная фитопатология : учебник / Т.Л. Доброзракова. – Л.: Колос, 1966. – 328 с.
71. 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.

72. 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.
73. Долгиев, М. Мучнистая роса – опасная болезнь / М. Долгиев // Защита и карантин растений. – 2008. – № 6. – С. 21.
74. Долженко, В.И. Защита растений: настоящее и будущее / В.И. Долженко // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 24–26.
75. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки) : учебник / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 336 с.
76. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки) : учебник / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 352 с.
77. Драховская, М.Д. Прогноз в защите растений / М.Д. Драховская. – М.: Сельхозлитература, 1962. – С. 168–173.
78. 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.
79. 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.
80. 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.
81. Енкина, О.В. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани / О.В. Енкина, Н.Ф. Коробской. – Краснодар. – 1999. – 150 с.
82. 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.

83. 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.

84. Ефремова, Е.Н. Влияние энергосберегающей технологии обработки на микрофлору почвы / Е.Н. Ефремова // Вестник аграрной науки Дона. – 2015. – № 2 (30). – С. 5–10.

85. Жербеле, И.Я. Грибы рода *Ascochyta* в Прибалтике : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Жербеле Ирина Яковлевна. – Л. : ВИЗР, 1963. – 20 с.

86. Жизнь растений / Под ред. Н.А. Красильникова, А.А. Уранова. – М.: Изд. «Просвещение», 1974. – Т. 1. – С. 320–323.

87. 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.

88. Защита рапса / В.П. Федоренко, Н.П. Секун, И.Л. Марков [и др.] // Защита и карантин растений. – 2008. – С. 70–99.

89. 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).

90. Защита посевов рапса от болезней, вредителей и сорняков : монография / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, Н.М. Тишков [и др.] – Краснодар. – 2012. – 204 с.

91. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во Московского университета, 1987. – 256 с.

92. 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.

93. Здрожевская, С.Д. Перспективные фунгициды на основе тритиконазола / С.Д. Здрожевская // Фитосанитарное оздоровление систем : сб. ст. по материалам Второго Всероссийского съезда по защите растений. – С.-П., 2005. – Т. II. – С. 285–286.

94. 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.

95. 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.

96. Зубов, А.А. Генетические особенности и селекция земляники: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.05 / Зубов Алексей Алексеевич. – Мичуринск, 1992 – 46 с.

97. 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.

98. Иванцова, Е.А. Оптимизация фитосанитарного состояния агробиоценозов Нижнего Поволжья: дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.07 / Иванцова Елена Анатольевна. – Волгоград, 2009. – 453 с.

99. Иванцова, Е.А. Влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту / Е.А. Иванцова // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. – 2013. – Сер. 11. Естеств. науки. – № 1 (5). – С. 35–40.

100. Иванцова, Е.А. Болезни столовой свеклы и меры защиты / Е.А. Иванцова // ФЕРМЕР. Черноземье. – 2017. – № 8. – С.42–44.

101. Ижевский, С. С. Негативные последствия применения пестицидов / С.С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2006. – № 5. – С. 16–19.

102. 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.

103. 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.

104. Как оценивать устойчивость картофеля к *Globodera rostochiensis*? / Е.А. Симаков, В.А. Яковлева, С.Б. Абросимова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2009. – № 1. – С. 28–29.

105. 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.

106. 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.

107. 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.

108. Карпухин, М.Ю. Грибковые заболевания томатов в защищенном грунте / М.Ю. Карпухин, Т.Л. Чапалда, Д.В. Перевалова // Агрофорум. – 2023. – № 5. – С. 88–91.

109. Каспаров, В.А. Применение пестицидов за рубежом / В.А. Каспаров, В.К. Промоненков. – М.: Агропромиздат, 1990. – 224 с.

110. 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.

111. Кириленко, Т.С. Определитель почвенных сумчатых грибов / Т.С. Кириленко. – Киев: Наукова Думка, 1978. – 263 с.
112. Кириченко, К.С. Почвы Краснодарского края : учебное пособие. / К.С. Кириченко. – Краснодар: Крайгосиздат, 1952. – 236 с. – ISBN: 978-5-94672-454-8.
113. Клочкова, О.С. Эффективность применения фунгицидов Титул Дуо и Пиктор в посевах ярового рапса / О.С. Клочкова, О.Б. Соломко // Вестник Белорусской государственной академии. – 2015. – № 1. – С. 63–66.
114. Коваленко, М.В. Биологическая активность почвы в зависимости от способов основной обработки / М.В. Коваленко, С.К. Касымов, А.С. Сабырова // Высокие технологии и инновации в науке : сб. ст. по материалам Междунар. науч. конференции.– Санкт-Петербург. – 2021. – С. 81–84.
115. Козарь, Е.Г. Биологическая активность вторичных метаболитов растений семейства Brassicaceae / Е.Г. Козарь // Овощи России. – 2011. – № 1. – С. 46–53.
116. 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).
117. 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.
118. Красильников, Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения / Н.А. Красильников. – М.: Издательство Академии Наук СССР, 1958. – 465 с.
119. 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.

120. 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.

121. 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.

122. Кузнецова, И.Ф. Протравливание семян – особую заботу / И.Ф. Кузнецова // Защита растений. – 1978. – № 3. – С. 14–15.

123. Кудрявцев, Н.А. Эффективный метод / Н.А. Кудрявцев // Защита растений. – 1995. – № 8. – С. 31.

124. 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.

125. Левитин, М.М. Изменение климата и прогноз развития болезней растений / М.М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2012. – Т. 46. – № 1. – С. 14–19.

126. Литвинов, М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов / М.А. Литвинов. – Л.: Наука, 1967. – 311 с.

127. 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.

128. 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.

129. Мамедова, Н.Х. Фитопатологическая оценка гибридов хлопчатника на устойчивость к болезням / Н.Х. Мамедова, Г.М. Шихлинский // Современная микология в России. – 2015. – Т. 5. – С. 86–88.

130. 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.

131. Марков, И.Л. Болезни рапса и методы их учета / И.Л. Марков // Защита растений. – 1991. – № 6. – С. 55–60.

132. Марковская, Г.К. Биологическая активность чернозема обыкновенного при возделывании яровой пшеницы / Г.К. Марковская, Н.А. Мельникова, Е.Х. Нечаева // Известия Самарской ГСХА. – 2015. – № 4. – С. 46–49.

133. Маслиенко, Л.В. Видовой состав грибов рода *Fusarium* на подсолнечнике / Л.В. Маслиенко, Н.В. Мурадасилова // Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур. – 2000. – Вып. 2 (123). – С. 25–31.

134. Маслиенко, Л.В. Биологические особенности перспективных штаммов грибов антагонистов (PV-3 *Penicillium verrucosum* Dierckx var. *cyclospium* Westling, Samson et al. и PF-1 *Penicillium funiculosum* Thom.) возбудителя фомопсиса / Л.В. Маслиенко, Е.Ю. Шипиевская, А.М. Асатурова // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур. – 2007. – № 2 (137). – С. 42–47.

135. Маслиенко, Л.В. Элементы технологии применения разных препаративных форм микробиопрепаратов на основе перспективных штаммов-антагонистов ХК-1-4 *Chaetomium olivaceum* И Б-12 *Bacillus licheniformis* против белой гнили озимого рапса / Л.В. Маслиенко, Е.Ю. Шипиевская // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 66–73.

136. Маслиенко, Л.В. Элементы лабораторного регламента производства микробиопрепаратов на основе грибных штаммов-продуцентов в препаративной

форме «смачивающийся порошок» / Л.В. Маслиенко, А.Х. Воронкова // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – Вып. 4 (168). – С. 100–107.

137. 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.

138. 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.

139. Методические указания по протравливанию семян сельскохозяйственных культур. – М.; Колос, 1988. – 48 с.

140. 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.

141. 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.

142. 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.

143. 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.

144. Милько, А.А. Определитель мукооральных грибов / А.А. Милько. – Киев: Наукова Думка, 1974. – 303 с.
145. Мир растений. Грибы / гл. ред. А.Л. Тахтаджян. – М.: «Просвещение», 1991. – Т. 2. – С. 379–380.
146. Мирчинк, Т.Г. Почвенная микология : учебное пособие / Т.Г. Мирчинк. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 220 с. – ISBN: 5-211-00157-5.
147. Миско, Л. Болезни роз / Л. Миско // Защита растений. – 1989. – № 1. – С. 41–42.
148. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и самоочищение почвы / Е.Н. Мишустин, М.И. Перцовская. – М.: Изд. Академии наук СССР, 1954. – С. 72–83.
149. 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.
150. 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.
151. 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.
152. Наумов, Н.А. Методы микологических и фитопатологических исследований / Н.А. Наумов. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1937. – 272 с.
153. Наумова, Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н.А. Наумова. – М.-Л.: Сельхозиздат, 1960. – С. 197-199.
154. 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.

155. 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.

156. 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.

157. Никоноренков, В.А. Болезни рапса / В.А. Никоноренков, Л.Г. Портенко, В.В. Карпачев // Кормопроизводство. – 1997. – № 5. – С. 42–44.

158. Никоноренков, В.А. Фузариоз рапса / В.А. Никоноренков, Л.Г. Портенко, В.В. Карпачев // Защита и карантин растений. – 1999. – № 5. – С. 45.

159. 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.

160. 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.

161. Общая и сельскохозяйственная фитопатология / Ю.Т. Дьяков, Дементьева М.И., Семенкова И. Г. [и др.] – М.: Колос, 1984. – 495 с.

162. 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.

163. Определитель болезней сельскохозяйственных культур / М.К. Хохряков, В.И. Потлайчук, А.Я. Семенов, М.А. Элбакян. – Л.: Колос, 1984. – 304 с.

164. 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.

165. 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.

166. 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.

167. 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.

168. 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.

169. Патокомплекс 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.

170. Пауль, Ф.Х. Рапс. Болезни. Вредители. Сорные растения / Ф.Х. Пауль. – Минск: ОДО «Дивимедиа», 2010. – С. 52–57.

171. Пересыпкин, В.Ф. Болезни технических культур : монография / В.Ф. Пересыпкин, З.А. Пожар, А.С. Корниенко. – М.: Агропромиздат, 1986. – 317 с.

172. Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология : учебник / В.Ф. Пересыпкин. – М.: Агропромиздат. – 1989. – С. 243–247. – ISBN 5-10-000292-1.

173. 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.

174. 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.

175. 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.

176. 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.

177. 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.

178. 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.

179. Пидопличко, Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель : [в 3 т.] / Н.М. Пидопличко. – Киев: «Наукова Думка», 1977.

180. 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.

181. 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.
182. 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.
183. Попов, Ю.В. Совместное действие электрохимически активированных растворов и препаратов для защиты при возделывании картофеля / Ю.В. Попов, И.Г. Фильцов. – DOI: [10.35809/2618-8279-2020-3-1](https://doi.org/10.35809/2618-8279-2020-3-1) // Орошаемое земледелие. – 2020. – № 3 (30). – С. 11–14.
184. 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.
185. 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.
186. 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.
187. 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.

188. Портенко, Л.Г. Фузариозное увядание рапса / Л.Г. Портенко, В.А. Никоноренков // Микология и фитопатология. – 1998. – Т. 32. – Вып. 3. – С. 56–60.

189. Постовалов, А.А. Устойчивость к болезням и продуктивность сортов ярового рапса в центральной лесостепи Курганской области / А.А. Постовалов, Н.Н. Маковеева // Агропродовольственная политика России. – 2012. – № 3. – С. 79–81.

190. 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.

191. 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.

192. 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.

193. Практикум по химической защите : учебное пособие / А.И. Афанасьева, Г.С. Груздев, Л.Б. Дмитриев [и др.] – М.: Колос, 1992. – С. 212–213.

194. 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.

195. Прахова, Т.Я. Качественная характеристика маслосемян рыжика озимого / Т.Я. Прахова, О.Н. Зеленина // Нива Поволжья. – 2009. – № 3. – С. 84–87.
196. Прахова, Т.Я. Рыжик масличный: биология, продуктивность, технология / Т.Я. Прахова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – № 9 (107). – С. 17–19.
197. Прахова, Т.Я. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность рыжика посевного/ Т.Я. Прахова // Нива Поволжья. – 2013. – № 3 (28). – С. 55–59.
198. 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.
199. 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.
200. 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.
201. 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).
202. Проект пересмотренного рабочего документа по новому общему введению к методикам проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность новых сортов растений // УПОВ. Технический комитет. – Женева. – 2000. – 46 с.

203. Разгуляева, Н.В. Методы ранней диагностики устойчивости клевера лугового и костреца безостого к болезням / Н.В. Разгуляева, Н.Ю. Костенко, Н.М. Пуца // Труды НИИСХ Сев. Зауралья. – Тюмень. – 1999. – С. 26.

204. 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.

205. 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.

206. 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).

207. 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.

208. 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.

209. Самуцевич, М.М. Техника фитопатологических исследований / М.М. Самуцевич. – Ленинградский областлит, 1931. – С. 20–29.

210. Санин, С.С. Фитосанитарные проблемы интенсивного растениеводства / С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2013. – № 12. – С. 3–8.

211. Санин, С.С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе / С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2016. – № 4. – С. 3–6.

212. Санин, С.С. Стратегия современной защиты растений при интенсивном зернопроизводстве / С.С. Санин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (66). – С. 35–39.

213. 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.

214. Селекция горчицы и рыжика во ВНИИМК / С.Л. Горлов, В.С. Трубина, О.А. Сердюк, Е.Ю. Шипиевская // «Нива Татарстана». – 2016. – № 2-3. – С. 11–13.

215. 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.

216. Селянинов, Г.И. К методике сельскохозяйственной климатографии / Г.И. Селянинов // Тр. С.-х. метеорологии. – Л. – 1930. – № 21 (2). – С. 14–15.

217. 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.

218. 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.

219. 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.

220. Сердюк, В.В. Результаты исследований по оптимизации жирно-кислотного состава масла рапса ярового во ВНИИМК / В.В. Сердюк, Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов // МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2007. – № 1 (136). – С. 76–78.

221. 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).

222. 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.

223. 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.

224. Сердюк, О.А. Болезни масличных культур семейства Капустные в условиях степной зоны Западного Предкавказья / О.А. Сердюк, Э.Б. Бочкарева, В.Т. Пивень // Защита и карантин растений. – 2011. – № 3. – С. 50–53.

225. 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.

226. 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.

227. 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.

228. 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.

229. 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.

230. 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.

231. 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.

232. 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.

233. 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.

234. 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.

235. 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.

236. 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.

237. 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.

238. 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.

239. 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.

240. 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.

241. 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.

242. Сидорова С.Ф. Изучение наиболее вредоносных болезней гречихи : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.11 / Сидорова Светлана Федоровна. – ВИЗР. – Л., 1965. – 125 с.

243. Симакин, А.Н. Агротехническая характеристика кубанских черноземов и удобрения / А.Н. Симакин. – Краснодар. – 1966. – 40 с.

244. 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. – Солёное Займище : ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», 2017. – С. 938–941.

245. Смирнов, В.В. Бактерии рода *Pseudomonas* / В.В. Смирнов, Е.А. Киприанова. – Киев: Наукова думка, 1990. – 264 с. – ISBN 5-12-001610-3.
246. Соколов, А.Д. Агрехимическая характеристика основных типов почв СССР / А.Д. Соколов, В.М. Фридланд. – М.: Наука, 1984. – С. 144–152.
247. 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.
248. Соколова, Л.М. Выделение и агрессивность возбудителей болезней родов *Fusarium* и *Alternaria* на моркови столовой / Л.М. Соколова // Овощеводство. – 2018. – № 3. – С. 21–24.
249. 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.
250. 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.
251. 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.
252. 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.
253. 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).
254. 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.

255. 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.

256. Тарр С. Основы патологии растений : монография / С. Тарр. – М.: Мир, 1975. – 587 с.

257. 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.

258. 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.

259. 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.

260. 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.

261. Торопова, Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.16, 06.01.11 / Торопова Елена Юрьевна. – Новосибирск, 2005. – 43 с.

262. Торопова, Е.Ю. Влияние культурных растений на сапротрофные микроорганизмы и супрессивность почвы / Е.Ю. Торопова, М.П. Селюк, С.Н. Посажеников. – 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.

263. Трейвас, Л.Ю. Защита роз в оранжереях / Л.Ю. Трейвас, Н.Ю. Борисова // Защита и карантин растений. – 1998. – № 10. – С. 41–42.

264. *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.

265. Трубина, В.С. Актуальные направления, методы и результаты селекции горчицы сарептской (*Brassica juncea*) и горчицы черной (*Brassica nigra*) / В.С. Трубина. – DOI: [10.30901/2227-8834-2019-4-132-138](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-132-138) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – № 180 (4). – С. 132–138.

266. 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.

267. Тырышкин Л.Г. Генетическое разнообразие пшеницы и ячменя по эффективной устойчивости к болезням и возможности его расширения: автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.00.15 / Тырышкин Лев Геннадьевич. – Санкт-Петербург, 2007. – 258 с.

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. Устойчивость сортов и линий яровой мягкой пшеницы к возбудителям септориозной, пиренофорозной и темно-бурой пятнистостей / Ю.В. Зеленева, В.П. Судникова, Н.М. Коваленко, И.В. Гусев. – DOI: [10.30901/2227-8834-2023-3-196-206](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-3-196-206) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2023. – Т. 184. – № 3. – С. 196–206.

270. Факторы индукции супрессивности почвы агроценозов / Е.Ю. Торопова, М.П. Селюк, О.А. Казакова [и др.] // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 51–64.

271. Филиппчук, О.Д. Использование супрессивности почвы в защите растений от корневых инфекций / О.Д. Филиппчук, М.С. Соколов, Т.В. Павлова // Агрохимия. – 1997. – № 8. – С. 81–92.

272. Фитоплазмы сорных и дикорастущих травянистых растений / Н.В. Гирсова, К.А. Можаяева, Т.Б. Кастальева, Д.З. Богоутдинов // Защита и карантин растений. – 2015. – № 9. – С. 34–39.

273. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко [и др.] – С.-П.: Родные просторы, 2013. – 184 с.

274. 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.

275. Фитомониторинг коллекционных лекарственных растений / Г.Е. Ларина, Н.Ю. Гудкова, С.Н. Михалева [и др.]. – DOI: [10.32634/0869-8155-2019-326-3-10-14](https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-10-14) // Аграрная наука. – 2019. – № 3. – С. 10–14.

276. Характеристика генетического разнообразия озимой мягкой пшеницы по устойчивости к возбудителю стеблевой ржавчины / Ж.Н. Худокормова, И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова [и др.]. – DOI: [10.21515/1999-1703-102-216-221](https://doi.org/10.21515/1999-1703-102-216-221) // Труды Кубанского аграрного университета. – 2022. – № 102. – С. 216–221.

277. Харченко, Л.Н. Изучение эфирного горчичного масла семян крестоцветных / Л.Н. Харченко // Масло-жировая промышленность. – 1964. – № 3. – С. 14–17.

278. Хоулт, Дж. Краткий определитель бактерий Берге / Дж. Хоулт; пер. С.Ш. Тер-Казарьяна. – М.: «Мир», 1980. – 496 с.

279. Цховребов, В.С. Почвы и климат Старополя / В.С. Цховребов, В.И. Фаизова // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2. – С. 21–34.

280. Чекалин, Н.М. Способы заражения и оценки зернобобовых культур на устойчивость к патогенам: Оценка и учет пораженности и устойчивости растений к болезням. В «Генетические основы селекции зернобобовых культур

на устойчивость к патогенам» / Н.М. Чекалин. – Полтава: Изд-во «Интерграфіка», 2003. – 186 с.

281. Чекмарев, П.А. Интродукция нетрадиционных масличных культур / П.А. Чекмарев, А.А. Смирнов, Т.Я. Прахова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 3–5.

282. Челенджер Ф. Некоторые вопросы химии серусодержащих органических соединений / Ф. Челенджер. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – С. 148–535.

283. Черемисинов Н.А. Общая патология растений : учебное пособие / Н.А. Черемисинов. – М.: «Высшая школа», 1973. – 350 с.

284. 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.

285. 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.

286. 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.

287. 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.

288. 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.

289. 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).

290. Шашко, Ю.К. Селекционные методы борьбы с болезнями растений / Ю.К. Шашко // Наука и инновации. – 2010. – № 7 (89). – С. 24–25.

291. 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.

292. Швер, Ц.А. Климат Краснодара / Ц.А. Швер, Т.И. Павличенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 191 с.

293. 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.

294. Шпаар, Д. Устойчивость растений / Д. Шпаар // Защита и карантин растений. – 1994. – № 6. – С. 10–11.

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. Эльхедми, А.Э. Характеристика бактерий рода *Pseudomonas*, выделенных из пищевых продуктов / А.Э. Эльхедми, Х.М. Элькаиб, В.Н. Леонтьев // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2015. – С. 251–255.

299. 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.

300. 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.

301. 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).

302. 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).

303. Agrios, G.N. Plant Pathology : books / G.N. Agrios. – Burlington: Elsevier Academic Press, 2005. – 952 p.

304. 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).

305. 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.

306. 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).

307. *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.

308. 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.

309. 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).

310. 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).

311. Archer, S.A. The effects of rotation and other cultural factors on *Sclerotinia* in oilseed rape, peas and potatoes / S.A. Archer, S.J. Mitchell, B.E.J. Wheller // Brighton Crop. Prot. Conference: Pests and Diseases: [сайт]. – 1992. – V. 1. – pp. 99–108. – URL : <https://www.bcpc.org/wp-content/uploads/2022/05/BCPC-Pests-and-Diseases-1992-Vol-1-Session-3A-and-3B.pdf> (дата обращения: 14.02.2023).

312. Aster yellows phytoplasma // Encyclopedia of Life: [сайт]. – 2016. – URL : <http://eol.org/pages/11809987/overview> (дата обращения 14.02.2023).

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).

313. 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).

314. 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.

315. Berto, P. Occurrence of a lipase in spores of *Alternaria brassicicola* (Wilt.) a crucial role the infection of cauliflower leaves / P. Berto // FEMS Microbiology Lett.: [сайт]. – 1999. – V. 180. – № 2. – pp. 183–189. – URL : DOI: [10.1111/j.1574-6968.1999.tb08794.x](https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb08794.x) (дата обращения: 14.02.2023).

316. 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).

317. Boland, G.J. Epidemiology of white mould on white bean in Ontario / G.J. Boland, R. Hall // Canadian J. of Botany: [сайт]. – 1987. – № 9. – pp. 218–224. – URL : <http://dx.doi.org/10.1080/07060668709501877> (дата обращения: 14.02.2023).

318. 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).

319. Botha, A. Mucor / A. Botha, A. Botes // Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition). – 2014. – pp. 834–840. – ISBN 978-0-12-384733-1.

320. *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).

321. *Brassica nigra* (L.) W.D.J.Koch // Plants for a future: [сайт]. – URL : <http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Brassica+nigra> (дата обращения: 14.02.2023).

322. 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.

323. 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.

324. 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.

325. CABI databases. Family Names Databases: [сайт]. – URL : <https://www.speciesfungorum.org/Names/Families.asp> (дата обращения: 14.02.2023).

326. 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).

327. 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.

328. Campbell, M.C. *Camelina* (*Camelina sativa* (L.) Crantz): agronomic potential in Mediterranean environments and diversity for biofuel and food uses / M.C. Campbell, A.F. Rossi, W. Erskine // *Crop and Pasture Science*. – 2013. – № 64 (4). – pp. 388–398.

329. «*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/ijss.0.02843-0](https://doi.org/10.1099/ijss.0.02843-0) // *Int. J. of Systematic and Evolutionary Microbiology*. – 2004. – № 54. – pp. 1037–1048.

330. 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).

331. 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. – pp. 156128. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156128> (дата обращения: 25.09.2022).

332. 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).

333. 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.

334. 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.

335. Chaturvedi, S. *Camelina sativa*: An Emerging Biofuel Crop. / S. Chaturvedi, A. Bhattacharya, S.K. Khare // // Handbook of Environmental Materials Management: [сайт]. – 2017. – pp. 1–38. – URL : [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-58538-3\\_110-1](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-319-58538-3_110-1)

(дата обращения: 14.04.2023).

336. 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).

337. Chen, J. From ethyl biodiesel to biolubricants: Options for an Indian mustard integrated biorefinery toward a green and circular economy / J. Chen, X. Bian, G. Rapp [et al.] // Industrial Crops and Products: [сайт]. – 2019. – № 137. – pp. 597–614. – URL : [doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.041](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.041) (дата обращения: 14.04.2023).

338. 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).

339. 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.

340. 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.

341. 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.

342. 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.

343. 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.

344. 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).

345. 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.

346. 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. Akhtar, 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).

347. 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).

348. 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.

349. 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.

350. 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.

351. 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.

352. Das, K. A structured DAG enriched mustard oil system ameliorates hypercholesterolemia through modulation of AMPK and NF- $\kappa$ B signaling system / K. Das, M. Bhattacharya, M. Ghosh // Pharma Nutrition: [сайт]. – 2020. – V. 14. – 100224. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2020.100224> (дата обращения: 10.02.2021).

353. Davies, J.M.L. Diseases of oilseed rape : Oilseed Rape : book / Davies J.M.L., Scarisbrick D.H. – London, Collins, 1986. – pp. 195–236.

354. 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.

355. 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.

356. Development of white mustard (*Sinapis alba* L.) essential oil, a food preservative / A. Ekanayake, P.H. Zoutendam, R.J. Strife [et al.]. – DOI:[10.1016/j.foodchem.2012.01.090](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.090) // Food Chemistry. – 2012. – № 133 (3). – pp. 767–774.

357. 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.

358. 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.

359. 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).

360. Ecological estimation of the new false flax (*Camelina sativa* (L.) Varieties developed at VNIIMK / V.S. Trubina, O.A. Serduk, E.Yu. Shipievskaya, L.A. Gorlova // The Ninth International Young Scientists School SBB-2017: Systems Biology and Bioinformatics. – 2017. – pp. 73–74. – ISBN 978-5-91291-031-9.

361. Effect of replacing calcium salts of palm oil distillate with incremental amounts of conventional or high oleic acid milled rapeseed on milk fatty acid composition in cows fed maize silage-based diets / K.E. Kliem, K.J. Shingfield, D.J. Humphries, D.I. Givens // Animal: [сайт]. – 2011. – V. 5. – I. 8. – pp. 1311–1321. – URL : [doi.org/10.1017/S1751731111000310](https://doi.org/10.1017/S1751731111000310) (дата обращения: 10.02.2021)

362. 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.

363. 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).

364. 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.

365. 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.

366. 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.

367. 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).

368. 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).

369. 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).

370. 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.

371. 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).

372. 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).

373. 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).

374. 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.

375. 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).

376. Fungicidal activity of slow-release formulations of tebuconazole and epoxiconazole to control root rot pathogens of cereal crops / S.V. Prudnikova, N.G. Menzianova, S.A. Pyatina [et al.]. – DOI:[10.1016/j.pmpp.2023.102166](https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2023.102166) // *Physiological and Molecular Plant Pathology*. – 2023. – V. 128. – 102166.

377. 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.

378. 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.

379. 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).

380. 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).

381. Genetics of Clubroot and Fusarium Wilt Disease Resistance in Brassica Vegetables: The Application of Marker Assisted Breeding for Disease Resistance / H. Mehraj, A. Akter, N. Miyaji [et al.] // Planrs: [сайт]. – 2020. – V. 9. – № 6. – 726. – URL : <https://doi.org/10.3390/plants9060726> (дата обращения: 20.07.2022).

382. Gerlach, W. The Genus Fusarium – a Pictorial Atlas : book / W. Gerlach, H. Nirenberg. – Berlin, 1982. – 406 p.

383. 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).

384. 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).

385. Gladders, P. Observations on the epidemiology of *Leptosphaeria maculans* stem canker in winter oilseed rape / P. Gladders, T.M. Musa // Plant Pathology: [сайт]. 1980. – V. 29. – I. 1. – pp. 28–37. – URL : <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1980.tb01134.x> (дата обращения: 15.09.2022).

386. Global Biodiversity Information Facility (GBIF) : [сайт]. – 2024. – URL : <https://www.gbif.org/> (дата обращения: 15.01.2024).

387. 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).

388. 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).

389. Gröntoft, M. (1986). Resistens mot Svartfläcksjuka (*Alternaria* spp.) i oljevaxter / M. Gröntoft // Sveriges Utsadesforenings Tidskrift. – 1986. – № 96. – pp. 263–269.

390. 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).

391. 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-59qo93bcgi> (дата обращения: 20.07.2022).

392. 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.

393. Gupta, S.K. Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production / S.K. Gupta // Opportunities and Constraints : Chapter 3 – Brassicas: [сайт]. – 2016. – pp. 33-53. – URL : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801309-0.00003-3> (дата обращения: 15.01.2023).

394. 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).

395. 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.

396. Hawksworth, D.L. 1970. *Verticillium dahliae*. / D.L. Hawksworth, P.W. Talboys // CABI Digital Library : Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria: [сайт]. – 1970. – No. 26. – URL : <https://doi.org/10.1079/DFB/20056400256> (дата обращения: 10.01.2023).

397. 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.

398. 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).

399. 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.

400. 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).

401. 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).

402. 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).

403. 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).

404. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium* / C.M. Visagie, J. Houbraken, J.C. Frivad [et al.] // Studies in Mycology: [сайт]. – 2014. – V. 78. – No. 1. – pp. 343–371. – URL : DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001> (дата обращения: 10.08.2022).

405. 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).

406. 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).

407. 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).

408. 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).

409. Yin, K. Genome editing for plant disease resistance: applications and perspectives / K. Yin, J.-L. Qiu // Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences: [сайт]. – 2019. – V. 374. – I. 1767. – URL : <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0322/> (дата обращения 25.09.2022).

410. 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).

411. 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.

412. 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.

413. Ijaz, B. 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).

414. Kaspers, H. Folicur (Tebuconazole) – einsatzmöglichkeiten gegen rapskrankheiten / H. Kaspers, R. Siebert // Pflanzenschutz – Nachr, Bayer. – 1989. – V. 42. – № 2/3. – pp. 131–148.

415. 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.

416. 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).

417. 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).

418. 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).

419. 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.

420. 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).

421. 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.

422. Lay, C.-Y. Taxonomy and pathogenicity of *Olpidium brassicae* and its allied species / C.-Y. Lay, C. Hamel, M. St-Arnaud // Fungal Biology: [сайт]. – 2018. – V. 122. – I. 9. – pp. 837–846. – URL : <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.04.012> (дата обращения: 12.06.2022).

423. Lamarque, C. Condilios climatiques qui favorisent processus naturel de la contamination du colza par le *Sclerotinia sclerotiorum* / C. Lamarque // Proc. 6<sup>th</sup> Intern. Rapeseed Conf. – 1983. – V. 2. – pp. 903–907.

424. 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).

425. 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).

426. Lamey, H.A. North Dakota Disease Survey, 1995 / H.A. Lamey // NDSU Extension Rept. – 1996. – No. 32. – 4 p.

427. 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.

428. 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).

429. 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).

430. 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).

431. 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).

432. 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).

433. 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\\_00033053/2003\\_0463.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00033053/2003_0463.pdf) (дата обращения: 16.04.2023).

434. 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).

435. 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.

436. 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).

437. 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).

438. Maude, R.B. Treatment of vegetable seeds / R.B. Maude, K.A. Jeffs // Seed Treatments (Second edition). – BCPC Publications, 1986. – pp. 239–261.

439. 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).

440. 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.

441. 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.

442. Minnesota and North Dakota Canola Disease Survey, 1999 / A. Lamey, K. McKay, J. Knodel [et al.] // NDSU Extension Rept. – 2000. - No. 60. – 5 p.

443. 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).

444. 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.

445. Morphological changes in strains of *Aspergillus flavus* Link ex Fries and *Aspergillus parasiticus* Speare related with aflatoxin production / J. Torres, J. Guarro, G. Suarez [et al.]. – DOI: [10.1007/BF00572660](https://doi.org/10.1007/BF00572660) // *Mycopathologia*. – 1980. – V. 72. – pp. 171–174.

446. 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).

447. 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).

448. Müller, J. The economic importance of *Heterodera schachtii* in Europe / J. Müller // *Helminthologia*. – 1999. – V. 36. – pp. 205–213.

449. 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).

450. 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.

451. Paul, V.H. Krankheiten und Schädlinge des rapses. / V.H. Paul. – Verlag. Th. Mann, Celsenkirchen-Buer, 1992. – 132 p. – ISBN 3-7862-0093-9.

452. 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.

453. 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.

454. 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).

455. Pegg, G.F. Verticillium Wilts : book / G.F. Pegg, B.L. Brady. – Wallingford: CABI Publ., 2002. – 552 p. – ISBN 1845933222.

456. Petrov, V.S. Resistant varieties of grapes to pests / V.S. Petrov, A.I. Talash. – Krasnodar: GNU SKZNIISIV, 2010. – 45 p.

457. 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).

458. 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).

459. 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).

460. Rahman, M. Brassicaceae Mustards: Traditional and Agronomic Uses in Australia and New Zealand / M. Rahman, A. Khatun, L. Liu, B.J. Barkla // *Molecules*: [сайт]. – 2018. – V. 23 (1). – P. 231. – URL : <https://doi.org/10.3390/molecules23010231> (дата обращения: 13.06.2023).

461. 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).

462. 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/Micr obe04\\_341.pdf](https://www.apsnet.org/publications/mpmi/BackIssues/Documents/1991Articles/Micr obe04_341.pdf) (дата обращения: 10.01.2023).

463. 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).

464. 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.

465. 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).

466. 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.

467. 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).

468. Sarlak, N. Chapter 18 – Synthesis of nanofungicides by encapsulating fungicide nanoparticles using functionalized graphene and its application against phytopathogenic *Rhizoctonia solani* / N. Sarlak, M. Poorhadi, M. Ghorbanpour // Nano-enabled Agrochemicals in Agriculture: [сайт]. – 2022. – pp. 307–323. – URL : <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91009-5.00019-7> (дата обращения: 25.09.2022).

469. 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.

470. 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.

471. 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).

472. 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).

473. 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).

474. 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).

475. Sensitivity of Australian *Sclerotinia sclerotiorum* isolates from bean fields to boscalid / S.J. Jones, S.J. Pethybridge, D.H. Gents, F.S. Hay // New Zealand J. of Crop and Horticultural Science: [сайт]. – 2011. V. 39. – I. 1. – pp. 1–5. – URL : <https://doi.org/10.1080/01140671.2011.563425> (дата обращения: 05.02.2023).

476. 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).

477. 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).

478. 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).

479. 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).

480. 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).

481. 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).

482. 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).

483. 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.
484. Simmons, E.G. *Alternaria* themes and variations (151–223) / E.G. Simmons // *Mycotaxon*. – 1997. – V. 65. – pp. 1–91.
485. Simmons, E.G. *Alternaria*. An Identification Manual / E.G. Simmons. – The Netherlands, Utrecht: CBS., 2007. – 775 pp.
486. 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).
487. 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).
488. 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.
489. 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.
490. Species Fungorum, 2024 [сайт]. – URL : <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (дата обращения: 23.02.2024).
491. 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.
492. 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.
493. 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).

494. 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).

495. 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).

496. 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).

497. The effects of recent changes in air temperature on trends in airborne *Alternaria*, *Epicoccum* and *Stemphylium* spore seasons in Bratislava (Slovakia) / J. Ščevková, J. Dušička, K. Micieta, S. Ján. – DOI:[10.1007/s10453-015-9412-4](https://doi.org/10.1007/s10453-015-9412-4) // Aerobiologia. – 2016. – V. 32. – pp. 69–81.

498. 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.

499. 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.

500. 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.

501. Tsuneda, A. Mode of parasitism of *Alternaria brassicae* by *Nectria inventa* / A. Tsuneda, W.P. Skoropad, J.P. Tewari // *Phytopathology*: [сайт]. – 1976. – V. 66. – pp. 1056–1064. – URL : [https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1976/Articles/Phyto66n09\\_1056.pdf](https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1976/Articles/Phyto66n09_1056.pdf) (дата обращения: 11.06.2023).

502. 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).

503. 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).

504. 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).

505. 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).

506. Virulence and diversity of *Peronospora viciae* f. sp. *lisi* 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).

507. 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).

508. 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).

509. 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).

510. 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.

511. 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).

512. 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.

513. Woronin, M.S. *Plasmodiophora brassicae*, Urheber der Kohlpflanzenhernie / M.S. Woronin // Jahrbücher für Wissenschaftliche Botanik: [сайт]. – 1878. – T. 11. – pp. 548–574. – URL : [https://books.google.ru/books/about/Jahrb%C3%BCcher\\_f%C3%BCr\\_wissenschaftliche\\_Botan.html?id=7SNYAAAAMAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.ru/books/about/Jahrb%C3%BCcher_f%C3%BCr_wissenschaftliche_Botan.html?id=7SNYAAAAMAAJ&redir_esc=y) (дата обращения: 05.05.2023).

514. 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).

515. 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).

516. 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.

517. Donald, Z. S. 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).

518. 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.

Таблица А.1 – 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>

Таблица А.2 – 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>

Таблица А.3 – 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>

Таблица А.4 – 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>

Таблица А.5 – 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>

Таблица А.6 – 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>

Таблица А.7 – 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>

Таблица А.8 – 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>

Таблица А.9 – 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>

Таблица А.10 – 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>

Таблица А.11 – 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>

Таблица А.12 – 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>

Таблица А.13 – 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

## Средняя масса стручка здоровых и пораженных болезнями в разной степени растений масличных культур семейства Капустные

Таблица Б.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.

Таблица Б.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

Таблица Б.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.

Таблица Б.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

Таблица Б.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.

Таблица Б.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.

Таблица Б.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

Таблица Б.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

Таблица Б.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

Таблица Б.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 В

Содержание микромицетов в почве агроценозов масличных культур семейства  
Капустные

Таблица В.1 – Содержание микромицетов (КОЕ/г) в почве агроценозов озимых масличных культур семейства Капустные, 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 x 10 <sup>3</sup>	3,6 x 10 <sup>3</sup>	8,3 x 10 <sup>3</sup>	6,3 x 10 <sup>3</sup>
Стеблевание (весна)	1,5 x 10 <sup>4</sup>	1,7 x 10 <sup>4</sup>	2,6 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>
Желтый стручок	1,4 x 10 <sup>4</sup>	3,3 x 10 <sup>4</sup>	4,1 x 10 <sup>4</sup>	3,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyd. et Hans				
2-4 настоящих листа (осень)	1,4 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	5,2 x 10 <sup>3</sup>	4,9 x 10 <sup>3</sup>
Стеблевание (весна)	5,2 x 10 <sup>3</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>
Желтый стручок	5,5 x 10 <sup>3</sup>	2,3 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>3</sup>	0,8 x 10 <sup>3</sup>
<i>Fusarium graminearum</i> Schwabe				
2-4 настоящих листа (осень)	2,8 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>3</sup>
Стеблевание (весна)	2,8 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>
Желтый стручок	2,4 x 10 <sup>3</sup>	4,8 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Fusarium merismoides</i> Corda				
2-4 настоящих листа (осень)	6,0 x 10 <sup>2</sup>	0	2,0 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>
Стеблевание (весна)	1,8 x 10 <sup>3</sup>	0	4,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
Желтый стручок	1,4 x 10 <sup>3</sup>	0	0	1,5 x 10 <sup>3</sup>
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link				
2-4 настоящих листа (осень)	1,5 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	2,1 x 10 <sup>3</sup>
Стеблевание (весна)	1,1 x 10 <sup>4</sup>	4,1 x 10 <sup>3</sup>	3,4 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>
Желтый стручок	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>

Продолжение таблицы 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

Таблица В.2 – Содержание микромицетов (КОЕ/г) в почве агроценозов яровых масличных культур семейства Капустные, 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>
Желтый стручок	6,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	0	0	0	0

## Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7
<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	$5,0 \times 10^2$

Авторское свидетельство. Горчица сарептская Галатея



## Приложение Д

Распространенность, развитие болезней на озимых рапсе и горчице сарептской

Таблица Д.1 – Распространенность (Р, %), развитие (R, %) фомоза на озимых рапсе и горчице сарептской, 2012-2014 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
			Р, %	R, %	Р, %	R, %
1	Контроль (б/о)	-	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

Таблица Д.2 – Распространенность (Р, %), развитие (R, %) альтернариоза на озимых рапсе и горчице сарептской, 2012-2014 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Рапс озимый		Горчица сарептская озимая	
			Р, %	R, %	Р, %	R, %
1	Контроль (б/о)	-	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

Схема опыта по испытанию фунгицидов против фомоза на рапсе озимом  
(двукратная обработка), 2015-2017 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Первое опрыскивание (осень)		Второе опрыскивание (весна)	
		Фаза развития растений	Норма расхода препарата, л/га	Фаза развития растений	Норма расхода препарата, л/га
1	Контроль	Без опрыскивания			
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
6	Тебуконазол, КС (250 г/л) (эталон)		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

## Приложение Ж

Схема опыта по изучению биологической эффективности фунгицидов на яровых масличных культурах семейства Капустные против фузариозного увядания и альтернариоза, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Фаза развития растений	Норма расхода препарата, л/га
1	Контроль (б/о)		-
2	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)	Бутонизация	1,0
3	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)		0,8
4	Метконазол, КЭ (60 г/л)		1,0
5	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)		0,5
6	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)		1,0
7	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	Цветение	0,8
8	Метконазол, КЭ (60 г/л)		1,0
9	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)		0,5
10	Тебуконазол, КЭ (250 г/л) (эталон)		1,0
11	Азоксистробин + тебуконазол, КС (120 + 200 г/л)	Зеленый стручок	0,8
12	Метконазол, КЭ (60 г/л)		1,0
13	Боскалид + димоксистробин, КС (200 + 200 г/л)		0,5

## Приложение 3

Распространенность, развитие болезней на яровых масличных культурах  
семейства Капустные

Таблица 3.1 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на рапсе яровом, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			P, %	R, %	P, %	R, %
1	Контроль (б/о)	-	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

Таблица 3.2 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на горчице сарептской яровой, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			P, %	R, %	P, %	R, %
1	Контроль (б/о)	-	52,0	34,0	58,0	44,0
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

Таблица 3.3 – Распространенность (Р, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на горчице белой яровой, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			Р, %	R, %	Р, %	R, %
1	Контроль (б/о)	-	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
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

Таблица 3.4 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на горчице черной яровой, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			P, %	R, %	P, %	R, %
1	Контроль (б/о)	-	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

Таблица 3.5 – Распространенность (P, %), развитие (R, %) фузариозного увядания и альтернариоза на рыжике яровом, 2018-2020 гг.

№	Вариант, д.в. препарата	Норма расхода препарата, л/га	Фузариозное увядание		Альтернариоз	
			P, %	R, %	P, %	R, %
1	Контроль (б/о)	-	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

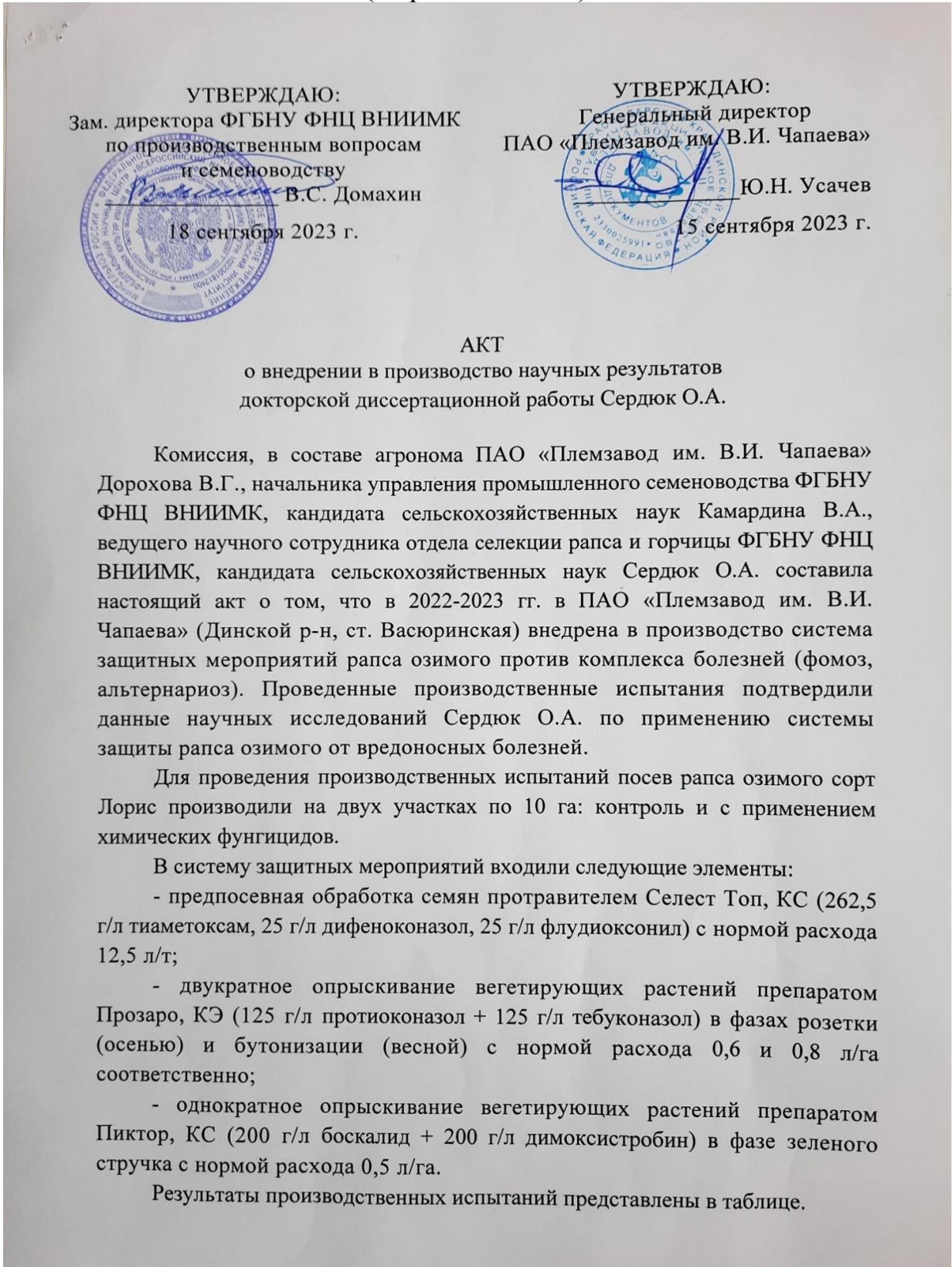
## Приложение И

Схема опыта по изучению влияния системы защитных химических мероприятий на пораженность посевов рапса озимого и горчицы сарептской яровой болезнями, 2021-2023 гг.

Система защитных мероприятий	Норма расхода препарата, л/т, л/га	Фаза вегетации культуры, в которой проведена обработка
Рапс озимый		
Контроль (б/о)	–	–
Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил)	12,5	Перед посевом
Прозаро, КЭ (125 г/л протиокназол, 125 г/л тебуконазол)	0,6	Розетка
Прозаро, КЭ (125 г/л протиокназол, 125 г/л тебуконазол)	0,8	Бутонизация
Пиктор, КС (200 г/л боскалид, 200 г/л димоксистробин)	0,5	Зеленый стручок
Горчица сарептская яровая		
Контроль (б/о)	–	–
Селест Топ, КС (262,5 г/л тиаметоксам, 25 г/л дифеноконазол, 25 г/л флудиоксонил)	12,5	Перед посевом
Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол)	0,8	Бутонизация
Кустодия, КС (120 г/л азоксистробин, 200 г/л тебуконазол)	0,8	Зеленый стручок

## Приложение К

## Акт о внедрении в производство научных результатов

Приложение К.1 – Акт о внедрении в производство научных результатов  
(на рапсе озимом)

## Продолжение приложения К.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.

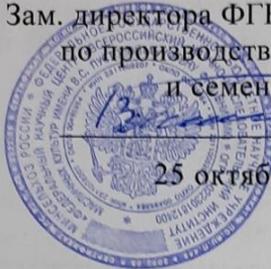
Вед. науч. сотр.  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
канд. с.-х. наук

Сердюк О.А.

14 сентября 2023 г.

Приложение К.2 – Акт о внедрении в производство научных результатов  
(на горчице сарептской яровой)

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 К.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.