

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»
(ФГБНУ ВИЗР)

На правах рукописи

Петрова Наталья Геннадьевна

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ
ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ ОТ ЛИСТОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ**

Шифр и наименование специальности

06.01.07 - защита растений

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель: Долженко Татьяна Васильевна
доцент, доктор биологических наук

Санкт-Петербург

2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ БОЛЕЗНИ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ КУЛЬТУРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	14
1.1 Основные болезни пшеницы яровой в период вегетации и их экономическое значение.....	14
1.2 Методы защиты пшеницы яровой от болезней.....	28
1.3 Химическая защита пшеницы яровой от болезней в период вегетации.....	36
1.3.1 Тенденции развития химического метода защиты пшеницы яровой от болезней в период вегетации.....	36
1.3.2 Основные классы действующих веществ фунгицидов, применяемых против болезней пшеницы яровой	51
1.3.3 Препараты, применяемые против болезней пшеницы яровой.....	58
1.3.4 Дegrадация фунгицидов в растениях зерновых культур.....	63
1.3.5 Действие фунгицидов на функционирование фотосинтетического аппарата зерновых культур.....	65
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	71
2.1 Агроклиматические условия мест проведения исследований.....	71
2.2 Характеристика сортов пшеницы яровой, взятых в исследование.....	81
2.3 Характеристика действующих веществ изучаемых препаратов.....	82
2.4 Методы определения биологической эффективности фунгицидов против основных болезней пшеницы яровой.....	88
2.5 Методы определения остаточных количеств фунгицидов в растениях пшеницы яровой.....	95
2.6 Методика определения экологической безопасности	

фунгицидов.....	111
2.7 Методика оценки влияния фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов в листьях пшеницы яровой	113
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	118
3.1 Фитосанитарная ситуация в агроценозе пшеницы яровой в период вегетации в Ленинградской области в 2012-2017 годы.....	118
3.2 Биологическая эффективность фунгицидов, применяемых для защиты пшеницы яровой от листовых болезней.....	126
3.2.1 Эффективность фунгицидов на основе пропиконазола	126
3.2.1.1. Эффективность однокомпонентного фунгицида Титул 390, ККР (390 г/л).....	126
3.2.1.2 Эффективность двухкомпонентного фунгицида Альто Турбо, КЭ (250+160 г/л).....	133
3.2.1.3 Эффективность трёхкомпонентных фунгицидов Триада, ККР (140+140+72 г/л); Капелла, МЭ (120+60+30 г/л), Приаксор Макс, КЭ (30+200+125 г/л).....	136
3.2.2 Эффективность фунгицидов на основе тебуконазола.....	144
3.2.2.1 Эффективность двухкомпонентного фунгицида Эвито Т, КС (180+250 г/л).....	144
3.2.2.2 Эффективность трёхкомпонентных фунгицидов (Солигор, КЭ (224+167+43 г/л); Ютака, СЭ (350+100+6,3 г/л)).....	147
3.2.3 Эффективность фунгицидов на основе стробилуринов	152
3.2.3.1 Эффективность фунгицида на основе пираклостробина Оптимом, КЭ (200 г/л).....	152
3.2.3.2 Эффективность фунгицида на основе крезоксим-метила Терапевт Про, КС (125+125+80 г/л).....	154
3.3 Безопасность применения фунгицидов.....	156
3.3.1 Остаточные количества фунгицидов в растительном материале пшеницы яровой	156
3.3.1.1 Динамика остаточных количеств пропиконазола	157

3.3.1.2 Динамика остаточных количеств тебуконазола	161
3.3.1.3 Динамика остаточных количеств эпоксиконазола	163
3.3.1.4 Динамика остаточных количеств дифеноконазола	165
3.3.1.5 Динамика остаточных количеств пираклостробина	166
3.3.1.6 Динамика остаточных количеств крезоксим-метила	168
3.3.1.7 Динамика остаточных количеств флуксапироксада	169
3.3.2 Экологическая безопасность изученных фунгицидов	171
3.4 Действие изученных фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов (фотосинтетическую активность) в растениях пшеницы яровой	178
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	188
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	192
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	193
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Основные метеоданные (с мая по август) за 2012-2017 гг	230
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Таблицы по эффективности изученных препаратов.....	232
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Действие препарата Приаксор Макс, КЭ на фитопатогенный комплекс пшеницы яровой сорта Дарья (2016 г.).....	241
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Действие препарата Ютака, СЭ на фитопатогенный комплекс пшеницы яровой сорта Дарья (2016 г.).....	244
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Таблицы по остаточным количествам действующих веществ изученных препаратов.....	247

ВВЕДЕНИЕ

Производство зерна является очень важной сферой деятельности в Российской Федерации, которая обеспечивает интересы страны в гарантировании продовольственной безопасности государства. Возделывание зерновых культур осуществляется на всей территории России, в разных почвенно-климатических условиях на сельскохозяйственных угодьях, отличающихся по структуре посевных площадей и формах товаропроизводства, что формирует свой индивидуальный фитопатогенный комплекс на тех или иных зерновых культурах. По данным Захаренко В.А. по состоянию на 2003 год в стоимостном выражении потери от вредных организмов составили 311 млрд. рублей, из них около 106 млрд. рублей потерь происходило от возбудителей болезней (Захаренко, 2003; Глинушкин, 2009).

Роль возделывания пшеницы в мировом зернопроизводстве очень велика. Эта культура обеспечивает около 20% всех потребляемых в мире калорий (Койшибаев, 2018). Производство пшеницы растёт ежегодно, однако, оно не поспевает за ростом мирового населения. Эта культура занимает в мире более 220 миллионов гектаров земли, что выше, чем у любой другой возделываемой культуры. В 2014 году мировое производство пшеницы составляло 725 миллион тонн, а для удовлетворения мирового спроса, к 2050 году оно должно составлять 900 миллион тонн. В виду ограниченности пахотных земель, увеличение производства пшеницы должно происходить за счёт более высокоурожайных сортов и снижения потерь урожая, вызванных различными биотическими и абиотическими факторами (Dixon, Braun, Kosina et al, 2009; Anonymous, 2015).

В Европе по данным международной организации ФАО пшеница является самой важной зерновой культурой (Food and agriculture data, 2018). Согласно данным Росстата, пшеница (яровая и озимая) ежегодно размещается в России на площадях, составляющих 1/3 (33%) от всей

засеваемой пашни страны и 60% от всего зернового пласта посевов. Площади пшеницы яровой составляют около 1/5 ($\approx 20\%$) всей ежегодно засеваемой пашни страны (Официальная статистика Росстата по сельскому хозяйству, охоте и лесному хозяйству, 2018). Ведущее место в выращивании зерновых культур, и в частности, пшеницы яровой обусловлено высокой значимостью этой культуры в питании человека. Она заключается в содержании в зерне большого количества полезных и нужных для организма человека веществ, среди которых представлены многие витамины и минеральные элементы, белки, жиры и углеводы (Глинушкин, 2009; Куковский, 2016).

В связи с тем, что в Северо-Западном регионе умеренно-континентальный климат с тёплым и влажным летом и суровой многоснежной зимой с варьированием природных зон от арктической пустыни до лесостепной, то у выращиваемых здесь культур вегетационный период очень короткий. Несмотря на то, что этот регион является зоной выращивания серых хлебов (ячмень, рожь, овёс), пшеница яровая остаётся одной из основных зерновых культур (Санин, Неклеса, Стрижекозин, 2008; Лаптиеv, Шпанёv, Гончаров и др., 2013). Недостаточная обеспеченность теплом и низкое плодородие почв являются причиной преобладания посевов, имеющих зернофуражное значение. Однако, интенсивные сорта с высокой потенциальной урожайностью и отзывчивостью на внесение удобрений при высокой агротехнике, не смотря на весьма неблагоприятные климатические условия, формируют зерно с достаточно высокими технологическими показателями. Такие интенсивные сорта не лишены одного из главных недостатков, такого как слабая устойчивость к основным болезням листьев и головнёвым инфекциям (Лаптиеv, Шпанёv, Гончаров и др., 2013).

Патогенный комплекс Северо-Западного региона в связи с наличием благоприятных для его развития почвенно-климатических условий на посевах пшеницы яровой в период вегетации этой территориальной единицы представлен двумя видами септориоза (*Zymoseptoria tritici* (Roberge ex Desm) Quaedvl. & Crous и *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley &

Crous), бурой ржавчиной (*Puccinia recondita* Roberge ex Desm.), стеблевой ржавчиной (*Puccinia graminis* Pers.: Pers. subsp. *graminis*), мучнистой росой (*Blumeria graminis* (DC.) Speer), корневыми гнилями (*Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker, Can. J. Bot.), а также появившейся в этом регионе в 2005 году жёлтой пятнистостью или пиренфорозом (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler).

В фазу молочно-восковой спелости на отдельных полях встречается твёрдая головня пшеницы (*Tilletia caries* (DC.) Tull & C. Tul.), развитие которой происходит чаще, чем пыльной головни (*Ustilago tritici* (Bjerk.) Rostr.). В эту же фазу отмечается также развитие фузариоза колоса, представленного девятью видами грибов рода *Fusarium*, при этом наибольшей представленностью среди них были 3 токсинопродуцирующих вида, которые рассматриваются обычно как относительно слабые патогены: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. (42%), *F. poae* (Peck) Wollenw (25%), *F. sporotrichioides* Sherb. (14%). Проявление гриба *F. graminearum* Shwabe, который обычно рассматривался как патоген зерновых культур в зонах с тёплым и влажным климатом, с 2000-х годов начал своё распространение в северных районах Европы, и в Ленинградской области отмечается с 2003 года. В 2007-2009 гг. *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. в Северо-Западном регионе встречался лишь в форме единичных изолятов, хотя обычно этот вид регистрировался массово в партиях зерна и был одним из доминирующих в комплексе фузариевых патогенов.

Чернь колоса в условиях Северо-Западного региона охватывает обширный фитопатогенный комплекс, включающий такие виды грибов, как *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus niger*, *Epicoccum* spp., *Cladosporium* spp. и *Bipolaris sorokiniana* (Ишкова, Гульятеева Левитин, 2004; Гульятеева, Левитин, Семенякина и др., 2007; 2008; Санин и др., 2008; Гагкаева, Гаврилова, Левитин и др., 2011; Обзор..., 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018; Гульятеева, Гасич, Левитин и др., 2017; Гульятеева,

Шайдаюк, Шипилова и др., 2018; Ежегодный справочник агронома, 2016, 2017).

По совокупности потерь зерна пшеницы от патогенов на долю болезней листьев и стебля приходится 30-60%, колосовых инфекций - 10-20% и корневых и прикорневых гнилей - 15-25% (Санин, 2016). В Ленинградской области наибольшее значение для пшеницы яровой имеют листовые болезни, на долю которых приходится 3,2 ц/га (8,2%) потерь урожая. Мучнистая роса обычно проявляется раньше, чем септориоз и ржавчина, в связи с чем вредоносность этой болезни выше, чем двух последних. Урожайность культуры от этой болезни снижается не только от поражения флагового, но и 1-го подфлагового листа. Обычно в формировании урожая пшеницы яровой происходит ежегодное перераспределение вклада мучнистой росы, септориоза и бурой ржавчины. При этом самой стабильной вредоносностью в регионе обладает септориоз. В годы с благоприятными погодными условиями для бурой ржавчины потери урожая пшеницы яровой обычно достигают 7% (Шпанёв, 2015).

Эти факты указывают на необходимость применения мер защиты пшеницы яровой от листовых болезней в Северо-Западном регионе Российской Федерации. Одним из наиболее эффективных методов борьбы с болезнями растений стоит признать химический метод. Применение пестицидов в экономически развитых странах прочно вошло в практику сельского хозяйства. Подсчитано, что отказ от применения пестицидов может привести к повышению стоимости сельскохозяйственных продуктов не менее чем на 70% при одновременном уменьшении урожая (Мельников, 1984).

Использование высокоэффективных фунгицидов позволяет не только успешно бороться с вышеобозначенными возбудителями болезней, но и предотвращать их проявление в годы с благоприятными для их развития агроклиматическими условиями.

Ассортимент применяемых химических средств защиты растений за последние несколько лет претерпел существенные изменения. Качественное и количественное изменение проявилось в увеличении разнообразия фунгицидов. Менее опасные в экологическом и санитарном отношении препараты получили более широкое распространение (Pickett, Wadhams, Wodcock, 1991; Долженко, Силаев, 2010).

Необходимость в изменении ассортимента продиктована, прежде всего, тем важным фактом, что в процессе многократного применения тех или иных препаратов у фитопатогенов происходит развитие резистентности. Это приводит к применению более высоких норм применения фунгицидов для их подавления, увеличивая при этом нагрузку на окружающую среду. Применение препаратов с новыми активными компонентами, а также с новыми комбинациями уже широко применяемых действующих веществ позволяет эффективно бороться с возбудителями болезней, оказывая наименьшее влияние на экологическую ситуацию в агроценозах пшеницы яровой при меньшей опасности их для теплокровных и человека (Тютюрев, 2001).

К началу исследований ассортимент фунгицидов для защиты пшеницы яровой от комплекса болезней вегетирующих растений в РФ был представлен 54 препаратами разного механизма действия, среди которых было 34 однокомпонентных и 20 комбинированных препаратов. Среди однокомпонентных препаратов 10 было с содержанием действующих веществ из химической группы бензимидазолов; остальные представлены на основе действующих веществ из класса триазолов и 1 препарат был на основе действующего вещества из хлорнитрилов. Комбинированные двухкомпонентные препараты были представлены в основном комбинациями двух триазолов (15), 2 препарата на основе активных компонентов из группы стробилуринов и триазолов и 1 - на основе действующих веществ из группы тиофанатов и триазолов. Также в ассортименте были 2 трёхкомпонентных препарата: 1 - на основе двух триазолов и стробилурина; 2-й - на основе двух

триазолов и спирокеталамина (Государственный каталог пестицидов агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2011).

В настоящее время недостаточно исследовано влияние фунгицидов из классов спирокеталаминов, стробилуринов, карбоксаминов и препаратов с новыми комбинациями действующих веществ, в том числе новых активных компонентов и препаратов с инновационными препаративными формами на фитопатогенный комплекс в период вегетации пшеницы яровой в Северо-Западном регионе. Также недостаточно изучены: безопасность современных фунгицидов для теплокровных и человека, а также, их влияние на процессы фотосинтеза в листовом аппарате пшеницы яровой.

Включение в Государственный каталог современных препаратов из разных химических классов, используемых в защите растений, с более низкими показателями токсической нагрузки, а также, положительно сказывающихся на физиологических процессах в защищаемой культуре, позволит расширить ассортимент фунгицидов, применяемых против фитопатогенов пшеницы яровой в период вегетации.

Цель и задачи работы. В связи с вышеизложенным, **цель** нашей работы - биологическое и экотоксикологическое обоснование использования современных фунгицидов для защиты пшеницы яровой от листовых болезней.

В соответствии с указанной целью работы были поставлены следующие **задачи**:

- уточнить видовой состав возбудителей болезней в период вегетации на посевах пшеницы яровой в Ленинградской области;
- оценить биологическую эффективность современных фунгицидов; разработать регламенты применения фунгицидов из разных химических классов и их комбинаций в борьбе с листовыми болезнями пшеницы яровой;
- определить токсическую, экологическую нагрузки и коэффициент опасности для пчёл изучаемых фунгицидов;

- изучить динамику деградации действующих веществ фунгицидов в растениях и зерне пшеницы яровой;

- определить действие исследуемых препаратов на процессы фотосинтеза в растениях.

Научная новизна. Впервые на пшенице яровой в условиях Северо-Запада Нечернозёмной зоны изучено действие на комплекс листовых патогенов современных фунгицидов из классов триазолов, стробилуринов, карбоксамидов, комбинированных препаратов, в том числе препаратов с инновационными препаративными формами. Установлена высокая эффективность препаратов (Титул 390, ККР (390 г/л); Альто Турбо, КЭ (250+160 г/л); Триада, ККР (140+140+72 г/л); Капелла, МЭ (120+60+30 г/л); Приаксор Макс, КЭ (30+200+125 г/л); Эвито Т, КС (180+250 г/л); Солигор, КЭ (224+167+43 г/л); Терапевт Про, КС (125+125+80 г/л)) в отношении основных листовых болезней в Северо-Западном регионе Российской Федерации. Разработаны регламенты их применения. На примере пропиконазола, тебуконазола, эпоксиконазола, дифеноконазола, пираклостробина, крезоксим-метила и флуксапироксада определены особенности динамики деградации действующих веществ препаратов в растениях и зерне пшеницы яровой. Изучено влияние обработок нескольких фунгицидов (Амистар Трио, КЭ; Триада, ККР; Фоликур, КЭ; Эвито Т, КС и Солигор, КЭ) на процессы фотосинтеза в растениях пшеницы яровой. Проведена экотоксикологическая оценка изученных препаратов. Рассчитаны показатели токсической и экологической нагрузки, а также коэффициенты опасности для пчёл.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные результаты исследований дополняют теоретические представления о возможностях применения новых фунгицидов для защиты пшеницы яровой. Разработаны регламенты эффективного использования современных фунгицидов для защиты культуры от комплекса фитопатогенов в период вегетации. Доказана экологическая малоопасность исследованных

препаратов при соблюдении разработанных регламентов. На основании проведенных исследований в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ», включено 6 новых препаратов: Альто Турбо, КЭ - в 2014; Триада, ККР – в 2015; Терапевт Про, КС – в 2016; Капелла, МЭ – в 2017; Эвито Т, КС и Солигор, КЭ – в 2020 годах.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- эффективность современных фунгицидов из химических классов триазолов, триазолинтионов, стробилуринов, карбоксамидов и спирокеталаминов для защиты от листовых болезней;
- регламенты эффективного и безопасного применения новых фунгицидов для борьбы с возбудителями болезней пшеницы яровой;
- динамика деградации изученных фунгицидов в растениях пшеницы.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Степень достоверности результатов исследований достигнута достаточным объёмом полученных экспериментальных данных, проведением статистических обработок и выявлением достоверности различий.

Основные результаты диссертационной работы обсуждались на III Всероссийском съезде по защите растений "Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем" (СПб, 2013), Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов "Научный вклад молодых исследователей в инновационное развитие АПК" (СПб, 2014), на Международной научной конференции "Инновационные экологически безопасные технологии защиты растений" (Алматы, 2015), на Международной научно-практической конференции "Состояние и перспективы защиты растений", посвящённой 45-летию со дня организации РУП "Институт защиты растений" (Минск, 2016), на IV Съезде Микологов России (Москва, 2017), на Международной научно-практической конференции «Современные технологии и средства защиты растений - платформа для инновационного освоения в АПК России» (СПб, 2018), на

Международной научно-практической конференции "Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур" (Тирасполь, 2020), на IV Международном микологическом форуме (Москва, 2020).

Публикации результатов исследований. Основные материалы диссертации изложены в 14 печатных работах, в т.ч. 6 в статьях, опубликованных в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 250 страницах машинописного текста, иллюстрирована 19 таблицами и 51 рисунком. Состоит из введения, обзора литературы, 2 разделов, заключения, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 287 источников, в т.ч. 77 на иностранных языках и пяти приложений.

Личный вклад автора. Представленная диссертационная работа является результатом многолетних научных исследований, выполненных лично автором. Диссертанту принадлежит подготовка и проведение лабораторных и полевых исследований, учётов и наблюдений, анализ полученных результатов, написание диссертации и научных статей.

ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ БОЛЕЗНИ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ КУЛЬТУРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Основные болезни пшеницы яровой в период вегетации и их экономическое значение

Фитопатогенный комплекс пшеницы яровой достаточно широк. Он включает в себя возбудителей головни, корневых и прикорневых гнилей, септориоза, видов ржавчины, мучнистой росы, фузариоза колоса, спорыньи и т.д. Согласно изменениям, произошедшим в патогенном комплексе пшеницы яровой в Северо-Западном округе, особо отмечено нарастание септориоза листьев и колоса. Эти болезни начали доминировать в патогенном комплексе пшеницы яровой с 2001 года. В 2005 году впервые отмечено проявление пиренофороза на посевах пшеницы яровой (Гультяева, Левитин, Семенякина и др., 2007; Гультяева, Левитин, Семенякина и др., 2008; Ишкова, Гультяева, Левитин, 2004; Санин, 2010).

В общих совокупных потерях зерна пшеницы от фитопатогенов на долю болезней листьев и стебля приходится 30-60%, колосовых инфекций – 10-20%, корневых и прикорневых гнилей - 15-25%. В связи с этим наибольшее внимание в защите обращено на профилактические обработки в период вегетации, вклад которых в сохранённый урожай составляет 32,1% (Санин, 2016).

Состав патогенного комплекса Северо-Западного региона на посевах пшеницы яровой в период вегетации этой территориальной единицы в настоящее время в основном представлен двумя видами септориоза (*Zymoseptoria tritici* и *Parastagonospora nodorum*), бурой ржавчиной (*Puccinia recondita*), мучнистой росой (*Blumeria graminis*) а также впервые появившейся в этом регионе в 2005 году жёлтой пятнистостью или пиренфорозом (*Pyrenophora tritici-repentis*).

Как правило, в условиях этого региона развитие мучнистой росы на двух верхних листьях в фазе налива зерна пшеницы обычно не превышает 1%, бурой ржавчины 5-10%, септориоза - 5% (доля поверхности листа, занятая мицелием гриба изменяется по годам в пределах 20-30%). В вегетационные периоды с выпадением осадков выше среднегодовой нормы существенно повышается распространение этих заболеваний, при этом на участках полей, приближенных к лесу развитие септориоза может достигать до 13%, мучнистой росы - до 9% (Лаптиев, Шпанев, Гончаров и др., 2013; Шпанев, Лаптиев, Гончаров и др., 2015).

Вредоносность всех листовых патогенов проявляется в снижении фотосинтетической активности листьев из-за уменьшения их площади, связанной с повреждением фитопатогенами и их стимулированием старения заражённой листовой поверхности.

Листовые патогены снижают урожайность за счет снижения скорости фотосинтеза, увеличения скорости дыхания и уменьшения транслокации пластических веществ из инфицированных тканей. В заражённых растениях формируется меньше запасов питательных веществ для роста зерна (Walters, Foulkes at al., 2009). Фотосинтез больных растений снижается из-за разрушения области фотосинтеза и преждевременного старения заражённой листовой поверхности (Waggoner, Berger, 1987). В связи с этим, применению фунгицидов отводится особая роль в сохранении листового аппарата, особенно флаг-листа, так как именно он является последним стареющим листом у растения, с большей продуктивностью фотосинтеза, чем подфлаговые листья и наиболее близко расположенный к колосу (Gooding, Dimmock, France at al., 2000). Этими же авторами было отмечено, что использование стробилуринов способствует лучшему сохранению листового аппарата, чем применения триазолов. M.J. Gooding (2006) установил, что действие фунгицидов увеличивает продолжительность жизни листьев, что влечёт за собой увеличение урожайности, массы 1000 зерен и удельного веса зерна.

Септориоз пшеницы яровой для Северо-Запада нечернозёмной зоны России входит в состав наиболее значимых болезней зерновых культур, одной из важных особенностей которого является его высокая экологическая пластичность. Помимо прямого снижения урожайности на 30-40% (в эпифитотийные годы), ухудшается качество зерна, которое заключается в снижении содержания белка клейковины. Посевные свойства семян при поражении этим заболеванием также снижаются. Самые большие потери урожая происходят при заражении этой болезнью флагового и 2-х подфлаговых листьев растений пшеницы (Wiese, 1987; Bathgate, Loughman, 2001; Hardwick, Jones, Slough, 2001).

Болезни этой группы вызывают несовершенные грибы родов *Zymoseptoria* и *Parastagonospora*. Среди них наиболее распространёнными и вредоносными на пшенице яровой особо выделяются два вида: *Zymoseptoria tritici* Rob. Ex Desm (сумчатая стадия *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt), поражающий преимущественно листья и *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous (сумчатая стадия *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müll.) Hedjar.), приуроченный к поражению всех надземных органов (листья, колос и зерно). Они могут существовать совместно на одном и том же растении. Royle, Shaw и Cook (1986) было сделано предположение, что, так как инкубационный период *Zymoseptoria tritici* (3-5 недель), длиннее, чем у *Parastagonospora nodorum* (2-4 недели), то последний при благоприятных условиях более вредоносен.

Первый вид возбудителя септориоза *Zymoseptoria tritici* (Roberge ex Desm.) Quaedvl. & Crous (синоним *Septoria tritici* Roberge ex Desm) принадлежит к царству *Fungi*, отделу *Ascomycota*, классу *Dothideomycetes*, порядку *Mycosphaerellales*, семейству *Mycosphaerellaceae*; второй - *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous (синоним *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano) - к царству *Fungi*, отделу *Ascomycota*, классу *Dothideomycetes*, порядку *Pleosporales*, семейству *Phaeosphaeriaceae* (<http://data.danetsoft.com/indexfungorum.org>).

Согласно сведениям А.И. Деревянкина (1969), эти два вида являются узкоспециализированными патогенами. В сильной степени они поражают только пшеницу, а в искусственных условиях могут поражать в слабой степени или в виде субинфекции некоторые другие злаки. При этом инфекция септориоза обычно переходит с озимой пшеницы на яровую, потом на другие злаки, где и сохраняется, переходя затем обратно на пшеницу. Эти сведения были подтверждены данными М.Н. Васецкой и С.М. Чигирева (1986).

В Северо-Западном регионе эпифитотийное развитие болезни отмечается обычно 2-4 раза за 10 лет, умеренное развитие - 3-5 раз. Во время эпифитотии и при умеренном развитии этого заболевания потери урожая зачастую достигают 15-45%. В странах Западной Европы потери урожая пшеницы в благоприятные для развития этого заболевания годы достигали порядка 30-50%. Септориоз ведёт к отставанию в росте, преждевременному усыханию листьев и всего растения, уменьшению длины и озернённости колоса, щуплости зерна, а также полеганию злаков. Поражение стебля и его узлов способствует полеганию растений, усугубляющему поражение колоса. Поражение зерна даже при отсутствии видимых симптомов приводит к снижению урожая в будущем году. Заражённые семена имеют меньшую энергию прорастания, полевую всхожесть, а растения из них - меньшую кустиность. Масса корней при сильном развитии септориоза может снижаться на 30-50%, что уменьшает сопротивляемость растений к почвенной и воздушной засухам (Тетеревникова-Бабаян, Бохан, 1967; Royle, Shaw, Cook, 1986; Burke, Dunne, 2006; Назарова, Соколова, 2000; Дацюк, Антошина, Петракова и др., 2008; Санин, Санина, Мотовилин и др., 2012; Санин, 2016). М.Н. Васецкая и С.М. Чигирев (1986) отметили, что при заражении семян пшеницы септориозом всхожесть зерна снижалась на 3-24%, а высота растений уменьшалась на 35%.

Дж. Г. Диксон (1957) указал, что вред от септориозов, наносимый восприимчивым сортам пшеницы, равносителен таковому от стеблевой

ржавчины, а по наблюдениям Дж. Ф. Вебера (1922), при сильном развитии септориоза, вызываемого возбудителями *Parastagonospora nodorum* и *Zymoseptoria tritici*, колосья едва достигают половины нормальной величины, в результате чего происходит снижение урожая на 50% (цит. по Тетеревникова-Бабаян, Бохян, 1967).

Растительные остатки, поражённые растения и семена являются основными источниками инфекции для этих двух патогенов. Сохранение инфекции происходит в семенах. Болезнь быстро продвигается с нижних листьев на верхние, переходя далее на колос и зерно. Во время протекания бессимптомного развития болезни растения выглядят физиологически ослабленными, малорослыми, отстающими в развитии. Наиболее вредоносна болезнь в фазы колошения и цветения. Развитие септориоза усиливают повышенные дозы азотных удобрений, поражение растений другими болезнями, а также безотвальная обработка почвы (Дацюк, Антошина, Петракова и др., 2008). Недобор урожая от септориоза в комплексе с ржавчинными болезнями может достигать в годы эпифитотий 40-60%. К указанным выше факторам, способствующим, проявлению такого комплекса болезней добавляются высокая степень насыщения севооборотов зерновыми культурами, внедрение короткостебельных сортов, применение гербицидов, ретардантов и отсутствие устойчивых сортов. Накопление инфицированных растительных остатков обеспечивает сохранность патогенов и передачу их из года в год (Чумаков, 1983; Кузнецова, Тепляков, Дымина, 1990).

Высокая относительная влажность, частые дожди и умеренные температуры имеют решающее значение для развития болезни (Sebei, Harrabi, 2008).

А.М. Касумовой (1977), S.J. Wainshilbaum и P.E. Lipps (1991) установлено, что оптимальными условиями для роста конидий являются температура в пределах 17-23°C при 90-100%-ой относительной влажности воздуха. С.С. Санин (2019) утверждает, что благоприятными условиями для развития септориоза являются: среднесуточная температура воздуха за 10

дней до даты принятия решений по защите (по факту) и через 10 дней после этой даты (по прогнозу) - от 14 до 22°C (неблагоприятный интервал ниже 14 и выше 22°C). Число дней с осадками за этот период (20 дней) должно быть более 4-5 (неблагоприятный интервал - менее 3-4) с продолжительным увлажнением растений более 20-30 часов. Прохладная и дождливая весна и первая половина лета способствуют более интенсивному развитию болезни (Жуклис, 1987).

По сведениям С.М. Чигирёва, М.Н. Васецкой (1991), Е.В. Дыминой (1997), П.В. Дацюк, О.А. Антошиной, В.И. Петраковой, В.З. Веневцева (2008) факторами, усиливающими развитие болезни, являются: зерновые предшественники, использование восприимчивых сортов, обработка почвы без отвала пласта, несбалансированное минеральное питание (повышенные дозы минеральных удобрений), большая засорённость посевов сорными растениями, а также наличие сопутствующих болезней и ожогов при неправильном применении химических средств защиты. С.С. Саниным, В.И. Черкашиным и Л.Н. Назаровой (2002) отмечено, что частота поражения растений этим заболеванием увеличивается в присутствии других болезней: ржавчины, мучнистой росы и корневой гнили.

Мучнистая роса также относится к категории экономически наиболее значимых для пшеницы болезней в связи с высокой экологической пластичностью возбудителя и способностью продуцировать в больших количествах заразное начало в период вегетации растения-хозяина. Это способствует широкому распространению заболевания и нередко приводит к существенным потерям урожая (Санин, Неклеса, Стрижекозин, 2008).

Болезнь распространена повсеместно, где выращиваются зерновые культуры. Возбудителем является гриб *Blumeria graminis* (DC) Speer (syn. *Erysiphe graminis*). Пшеницу яровую в Ленинградской области поражает специализированная форма этого патогена *Blumeria graminis f. tritici*, которая является наиболее самостоятельной и одной из самых агрессивных форм этого возбудителя (Картошкина, 1964). Возбудитель мучнистой росы

Blumeria graminis принадлежит к царству *Fungi*, отделу *Ascomycota*, классу *Leotiomycetes*, порядку *Helotiales*, семейству *Erysiphaceae* (<http://data.danetsoft.com/indexfungorum.org>).

Болезнь развивается преимущественно на молодых, активно вегетирующих растениях; обычно она поражает листья, листовые влагалища и стебли, а при сильном развитии - колосовые чешуйки и ости.

Вредоносность мучнистой росы проявляется в уменьшении ассимиляционной поверхности листьев. Гаустории поглощают массу питательных веществ из эпидермальных клеток и других органов; мицелий, стелющийся по поверхности поражённых органов, закрывает их полностью и таким образом нарушает процессы фотосинтеза. Энергия фотосинтеза падает, а интенсивность дыхания возрастает. Патоген увеличивает транспирацию, что приводит к преждевременному усыханию листьев и побегов, уменьшению озернённости колосьев и плохому наливу зерна. Воздействие мучнистой росы на развитие растений зависит от времени и степени заражения растений. Так, кустистость растений яровой пшеницы с 4-6 стеблей у здоровых растений снижается до 1-4 у поражённых. При сильном развитии мучнистой росы наступление фазы колошения задерживается на 2-3 дня, а срок созревания зерна сокращается. В зонах возделывания яровых культур мучнистая роса появляется значительно позднее и не столь вредоносна (Шестиперова, Полозова, 1973; Дацюк, Антошина, Петракова и др., 2008).

У поражённых растений ослабленная корневая система и склеренхима стеблей, что вызывает склонность к полеганию. В зерне уменьшается содержание сырой клейковины, белка и крахмала. Механизм вредоносности болезни зависит от времени её развития. Раннее поражение нижнего яруса листьев в весенне-летний период уменьшает количество продуктивных стеблей и снижает урожай на 8-25%. Вредоносность болезни на верхних листьях проявляется в снижении активности фотосинтеза, особенно в период между цветением и молочной спелостью. При этом локализация и

передвижение продуктов ассимиляции внутри растения и в колосе изменяются так, что только незначительная их часть достигает зерна. При сильном поражении растений снижение урожая может достигать 20-30% и более (Санин, Неклеса, Стрижекозин, 2008). Потери урожая, вызванные мучнистой росой на пшенице, колеблющиеся до 34%, были зарегистрированы на восприимчивых сортах с высоким уровнем развития болезни (Johnson, Baenziger, Yamazaki et al., 1979).

Существенное снижение содержания хлорофилла в листьях поражённых растений было отмечено в опытах Т.П. Юриной, Е.В. Юрина, В.А. Каравеева и М.К. Солнцева (1999). Снижение фотосинтетической активности они объясняли двумя причинами. Во-первых, при поражении листьев мучнистой росой происходит частичное отмирание листовой ткани и уменьшение освещённости поверхности листьев, которые постепенно покрываются мучнистым налётом мицелия. Второй причиной является действие токсинов патогена, который разрушает хлоропласты и снижает количество хлорофилла и его синтез. Одной из причин распада хлорофилла в инфицированных тканях является нарушение связей хлорофилла с белком под влиянием усиливающейся активности протеолитических ферментов.

Поражение растений пшеницы мучнистой росой уменьшает содержание протеина в листьях на 22,2%, а в зерне – 18,8%. При сильном поражении болезнью в листьях резко уменьшается содержание всех аминокислот (на 23,3-58,9%, а в пересчёте на 100 г протеина – 1,4-47,2%). Содержание таких аминокислот как лизин, гистидин, тирозин и фенилаланин в листьях снижалось соответственно на 46,3; 47,2; 31,6 и 31,9%. В зерне содержание аминокислот уменьшалось на 7,7-39,5%, при этом, в пересчёте на 100 г протеина, снижалось содержание лизина – на 25,6%, гистидина – на 25,1%, аргинина – на 27,1%, а содержание метионина повышалось на 56,5%, фенилаланина – на 2,8%. В зерне поражённых мучнистой росой растений уменьшение содержания глутаминовой кислоты, треонина, изолейцина,

валина, аспарагиновой кислоты, серина, лейцина, аланина и глицина было незначительным (Макаренко, 1976).

Болезнь в России распространена повсеместно (Афанасенко, Велецкий, Власова и др., 2005).

По сведениям С.С. Санина (2019) дождливая туманная погода, ожидаемая сумма осадков >30-40 мм, продолжительность увлажнения >24 часов и высокая относительная влажность (>80%) являются благоприятными для развития возбудителя мучнистой росы. Сухая, жаркая, ветреная погода с низкой относительной влажностью воздуха (<60%) с продолжительностью сохранения влаги на растениях <10-12 часов неблагоприятны для развития этой болезни. Оптимальной для заражения температурой является 18-20°C при относительной влажности воздуха 96-98%. Инкубационный период при таких условиях составляет от 3 до 7 дней. При температуре выше 20°C этот период удлиняется, что приводит к снижению интенсивности развития и распространения болезни по растению. При наличии благоприятных условий развития гриба может завершиться повторяющийся цикл за 7-10 дней, обеспечивая тем самым высокую вероятность быстрого образования конидий, что приводит к развитию новых вирулентных рас мучнистой росы за счет увеличения частоты мутаций гриба (Картошкина, 1964; Piarulli, Gadaletta, Manginia et al., 2012; Кекало, Немченко, Заргарян и др., 2017).

Высокая относительная влажность воздуха является необходимым условием для поражения мучнистой росой. Восприимчивость к мучнистой росе у растений существенно повышается при высоких температурах и перепадах температур, вследствие чего ослабляется тургор и создаются условия для более успешного заражения гриба, так как гифам гриба легче пробуровать клетки эпидермиса в таком состоянии растения (Дацюк, Антошина, Петракова, 2008).

Бурая ржавчина - в отдельные годы при благоприятных для развития возбудителя погодных условиях болезнь может охватить большие территории, нанося огромный урон урожаю зерна.

Возбудителем бурой ржавчины пшеницы является гриб *Puccinia recondita* Roberge ex Desm. (синоним *Puccinia triticina* Rob. Ex Desm. f. sp. tritici (Erikss)). Он принадлежит к царству *Fungi*, отделу *Basidiomycota*, классу *Pucciniomycetes*, порядку *Pucciniales*, семейству *Pucciniaceae* (<http://data.danetsoft.com/indexfungorum.org>).

Этот возбудитель способен поражать растения в течение всего периода вегетации культуры и имеет более 200 физиологических рас, отличающихся различной агрессивностью по отношению к отдельным сортам пшеницы и дикорастущим злакам.

Возможность массового поражения посевов пшеницы бурой ржавчиной определяется сочетанием определённых условий - наличием инфекционного начала возбудителя, восприимчивостью районированных в данной зоне сортов, сроком первичного заражения растений, условиями погоды в течение вегетации, агротехническими приёмами.

Чем раньше происходит заражение посева, тем больший период времени развивается патоген, выше степень поражения растений и существеннее потери урожая зерна. Чем чаще в течение вегетации создаются условия, благоприятные для заражения, тем быстрее нарастает заболевание и выше его вредоносность (Санин, 2007; Дацюк, Антошина, Петракова и др., 2008).

В результате поражения снижается урожай зерна, его качество, всхожесть семян, а заражённые растения менее устойчивы к засухе, заморозкам, склонны к полеганию и неравномерному созреванию зерна. При сильном развитии болезни потери урожая могут достигать 25-30% (Санин, 2016). D. Marshall (1988) и R. Muhammad, W. Yong (2017) отмечают, что потери урожая пшеницы в условиях эпифитотии могут достигать 40-50%. Потери урожая, превышающие 50%, могут возникнуть, если заражение происходит на ранних стадиях жизненного цикла культуры (Huerta-Espino, Singh, Germán et al., 2011).

Вредоносность ржавчинных болезней проявляется в снижении ассимиляции, усилении транспирации, дыхания и нарушении других

физиологических и биохимических процессов. Как следствие поражения, у растений снижается засухоустойчивость, подавляются процессы синтеза крахмала и белка, что приводит к щуплости зерна и снижению урожайности (Афанасенко, Велецкий, Власова и др., 2005; Дацюк, Антошина, Петракова и др., 2008).

Л.А. Воронковым и Т.К. Гордиенко (1992) отмечено, что поражение растений бурой ржавчиной приводит к замедлению темпов нарастания листовой поверхности, изменению в состоянии пигментных систем, сопровождающееся нарушением функциональной активности фотосинтетического аппарата, а именно снижением интенсивности транспорта электронов в хлоропластах, в результате которого подавляется фотофосфорилирование. Под влиянием ржавчинной инфекции существенно изменяется содержание фотосинтетических пигментов и прочность их связей с белково-липидным комплексом (Реуцкая, 1967). При этом через 5 дней после инокуляции уменьшается содержание хлорофиллов и каротиноидов и увеличивается активность ауксинов и гиббереллинов. Таким образом, патоген изменяет метаболизм в растениях пшеницы яровой так, чтобы он смог наиболее эффективно использовать ресурсы своего хозяина (Попова, Халезова, Щекочихина, 1985). Вегетативный рост патогена сопровождается накоплением РНК в тканях (Тютерев, Халезова, 1985). При заражении данным возбудителем в заражённых растениях происходит неуклонное уменьшение содержания белка, и увеличения содержания свободных аминокислот в инкубационный период, при этом создаются благоприятные условия для развития патогена (Волчевская, Бабаянц, Левицкий и др., 1990).

Бурая ржавчина в Российской Федерации распространена повсеместно, но наибольшей вредоносностью обладает в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном и Западно-Сибирском регионах (Афанасенко, Велецкий, Власова и др., 2005).

Среднесуточная температура воздуха на уровне 15-25°C с количеством осадков 40-120 мм/мес. благоприятны для возбудителя бурой ржавчины. При

жаркой и сухой погоде со среднесуточной температурой выше 16-18°C и количеством осадков менее 25-33 мм/мес. или холодной и дождливой со среднесуточной температурой ниже 12-14°C с количеством осадков выше нормы в два и более раза патоген развивается либо слабо, либо не развивается вообще (Clifford, Harris, 1981; Roelfs, 1989, Санин, 2019).

Сильная влагообеспеченность и повышенная влажность воздуха способствуют прорастанию спор возбудителя, а наличие сильно открытых устьиц облегчает проникновение паразита в ткани растения. Также в этом случае благоприятность для развития болезни обеспечивается нарастанием большой вегетативной массы растения и снижением содержания механической ткани в ней. Развитию паразита и появлению восприимчивых особей в популяции может способствовать также несбалансированность минерального питания, особенно при внесении большого количества азотных удобрений. Азотные удобрения, усиливая ассимиляционную деятельность, способствуют увеличению вегетативной массы и обогащению тканей растений белковыми соединениями, а также удлиняют период вегетации, повышая восприимчивость культуры к бурой ржавчине. При этом фосфорные удобрения сокращают вегетационный период и создают такую морфоструктуру растения, которая противостоит бурой ржавчине. В связи с этим в технологии с внесением больших доз удобрения необходимо включать мероприятия по химическому и другим методам защиты (Ахмедов, 1977; Гаврилов, Бурдюгов, 1978; Стрижекозин, Назарова, Санин, 2004). Поздний посев культуры также является фактором, усиливающим потери урожая от данного заболевания (Chaudhry, Anwar, Hussain et al., 1995; Iqbal, Yar, Ali, et al., 2001).

Пиренофороз (жёлтая пятнистость) вызывается грибом *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler. Он принадлежит к царству *Fungi*, отделу *Ascomycota*, классу *Dothideomycetes*, порядку *Pleosporales*, семейству *Pleosporaceae* (<http://data.danetsoft.com/indexfungorum.org>).

Возбудитель пиренофороза способен продуцировать сильные токсины: эмодин, катенарин, исландицин (Bouras, Kim, Strelkov, 2009), которые вызывают хлоротичность листьев (похожую хлоротичность наблюдают при недостатке или избытке азотных удобрений) (Михайлова, Тернюк, Мироненко, 2008). Токсины определяют специфичность взаимодействия фитопатогена и растения-хозяина. Токсин PtrToxA индуцирует образование некрозов, PtrToxB – хлорозов вследствие ингибирования фотосинтеза, а PtrToxC – вызывает образование хлорозов, но в отличие от PtrToxB на других сортах пшеницы.

Первые сообщения о распространении желтой пятнистости листьев пшеницы появились в Австралии и Северной Америке в 1970-х, а в Европе – в 1980-х годах (Hosford, 1982; Хасанов, 1988). На сегодняшний день это серьезное заболевание пшеницы во многих странах (Duveiller, Sharma, Sukadar et al, 2007). В России жёлтая пятнистость впервые была зарегистрирована в 1985 г. на Северном Кавказе (Гранин, Монастырская, Краева и др., 1989; Маркелова, Иванова, 2012). С тех пор она встречается ежегодно (Волкова, Кремнева, Андропова и др., 2012). Однако, на севере до 2005-2006 года этот вид практически не встречался. С этого промежутка времени пиренофороз регистрируется ежегодно на территории Ленинградской, Псковской и Новгородской областей (Гулятьева, Левитин, Семенякина и др., 2007).

Пиренофороз поражает листья, стебли и зерновки пшеницы. Пораженные листья по мере увеличения зоны поражения отмирают, начиная с верхушки. Гриб может инфицировать колос, это приводит к обесцвечиванию чешуек и зерна (Защепкин, Шутко, Тутуржанс, 2015).

Гриб выживает на стерне с предыдущего сезона. Черные плодовые тела (псевдотеции) на растительных остатках продуцируют половые споры (аскоспоры), которые являются причиной первичной инфекции в пологе культуры в следующем сезоне. Осадки и благоприятная температура способствуют насыщению аскоспор (Summerell, Burgess, 1988) и сочетание

условий окружающей среды вызывает их высвобождение. Их рассеивание происходит локально, на небольшом расстоянии (Rees, Platz, 1980; De Wolf, Francl, 1997) и переносится ветром.

Созревание псевдотеций и аскоспор происходит при температуре воздуха от 5 до 20°C, однако, оптимальной температурой для этого являются от 15 до 18°C. Конидии появляются при температуре 10-25°C с оптимумом в 21°C (Luz, Bergstrom, 1986; Wright, Sutton, 1990). Распространение и развитие инфекции *Pyrenophora tritici-repentis* происходит при температуре от 10 до 30°C с увлажнением в течение 6-48 часов (Larez, Hosford, Freeman, 1986; Hosford, Larez, Hammond, 1987; Sah, 1994).

Заболевание прогрессирует, его развитие часто достигает уровня эпифитотий, которые повторяются 3–4 раза за 10 лет. Пиренофороз является очень вредоносным заболеванием хлебных злаков. Вредоносность выражается в преждевременном усыхании листьев, шуплости зерна, уменьшении длины и озернённости колоса. Потери урожая в эпифитотийные годы могут составлять до 65 % (Shabber, Bockus, 1988; Rees, Plats, 1989; Hirrel, Spradley, Mitchell at al., 1990; Михайлова, Пригоровская, 2000; Назарова, Соколова, 2000; Стамо, Войсковой, Ченикалова, 2009). При оптимальных условиях развития возбудителя заболевания (высокая относительная влажность воздуха и повышенная температура), а также, если пик развития жёлтой пятнистости совпадает с фазой налива зерна – молочно-восковой спелости, потери зерна могут составлять 50–65%, при этом ухудшается качество зерна (Коваленко, Михайлова, 2008).

Возбудитель болезни вредит на протяжении всего вегетационного периода и проявляется на полях, где сохранились растительные остатки пшеницы. На вредоносность болезни метеорологические условия не влияют, но они влияют на скорость развития патогена. При высокой температуре воздуха с высокой влажностью или в условиях засухи наблюдается интенсивное развитие патогена, а в условиях более низких температур и

высокой влажности действие патогена будет пролонгированным (Бабаянц, Драч, Бушулян, 2016).

Рост распространения заболевания заболеваемости и степень поражённости им также связан с изменением сортового состава и расширением площади минимальной обработки почвы, что позволяет инокуляту накапливаться на стерне пшеницы с течением времени (Bankina, 2000). Уровень развития заболевания пиренофорозом при минимальной обработке почвы в 4-10 раз выше, чем на участке с полной обработкой почвы (Jorgensen, Olsen, 2007).

Эта болезнь может встречаться в комплексе с септориозом на одном листе, причём мицелий пиренофороза обычно растёт быстрее и чаще всего при смешанной инфекции доминирует. Одной из важных особенностей заболевания является то, что оно способствует поражению колосьев фузариозом (Рудаков, 1985).

1.2 Методы защиты пшеницы яровой от болезней

Стратегия современной защиты должна быть направлена на создание оптимальных условий развития сельскохозяйственных культур. Она состоит из использования высококачественного семенного материала, прогноза развития фитосанитарной обстановки на полях в текущем году с учётом погодных условий, подбора соответствующей агротехники, мониторинга развития вредных организмов в течение вегетации и применения защитных мероприятий только в случае серьезной угрозы урожаю (по экономическим порогам вредоносности) (Долженко В.И., Долженко Т.В., 2004; Танский, Долженко, Гончаров и др., 2004).

Наблюдения за фитосанитарным состоянием по болезням посевов пшеницы яровой в период вегетации проводят, начиная с фазы всходов и кущения и заканчивая фазы колошения и цветения (Танский, Долженко, Гончаров и др., 2004; Танский, Долженко, Гончаров и др., 2006).

С 80-х годов прошлого столетия начал действовать принцип интегрированной защиты от болезней при интенсивных технологиях возделывания многих сельскохозяйственных культур, в том числе и пшеницы яровой. При этом упор в основном делался на химический метод и использование жёстких рекомендательных схем обработок. Очень важно подчеркнуть значение адаптивно-ландшафтной агротехники в интегрированной защите зерновых культур. Для принятия решений об обработках и выборе групп препаратов необходимо руководствоваться данными фитосанитарного мониторинга. При этом стоит увеличить использование биологических средств борьбы и иммуностимуляторов. Химические средства борьбы стоит применять только при пороговых значениях численности вредных организмов, когда они снижают урожайность и качество продукции (Левитин, 1997; Попов, Хрюкина, Рукин, 2013).

Интегрированность защиты предполагает применение в зависимости от складывающихся условий комплекса мероприятий, относящихся к четырём видам фитосанитарной деятельности: использование генетически защищённых сортов (иммунозащита), проведение специальных агротехнических мероприятий (агрозащита), применение химических (химзащита) или биологических (биозащита) средств (Санин, 2006; 2016).

Иммунозащита приводит к ухудшению питания, снижению интенсивности размножения и уменьшению выживаемости вредных организмов, снижая потери урожая и гарантируя его стабильность. Подбор сортов проводят по результатам испытаний в госсортоучастках, научных учреждениях и хозяйствах (Танский, Долженко, Гончаров и др., 2004; Танский, Долженко, Гончаров и др., 2006). В годы возникновения эпифитотий хозяйствам следует высевать 2-3 сорта, различающихся сроками созревания и генетической природой устойчивости (Зазимко, Возов, Забавина и др., 1988). В Северо-Западном регионе возделывается около 12 сортов мягкой пшеницы яровой. Ленинградская 97 и Ленинградская 6

представляют результат местной селекции, остальная часть клина представлена районированными сортами иностранного происхождения, такими как Дарья (Белоруссия), Русо (Финляндия), Тризо и Тасос (Германия). Они относятся к сортам интенсивного типа, однако устойчивость к местным расам патогенов у них не высока, в связи с чем, обработки фунгицидами являются одним из главных и необходимых мероприятий для реализации их потенциальной урожайности (Лаптиев, Шпанев, Гончаров и др., 2013).

Агрозащита включает в себя комплекс защитных приемов, таких как севооборот, сроки сева, подготовка почвы, подготовку семенного материала, соблюдение сроков сева, внесение минеральных удобрений, уход за посевами и проведение своевременной уборки. Тщательное соблюдение этих приёмов позволяет добиться значительного снижения развития болезней.

В освоении севооборотов особое внимание необходимо уделять чередованию ботанически не родственных культур. 2-3-летний перерыв в возделывании колосовых культур, пространственное удаление зерновых от посевов злаковых трав, а также возделывание по чёрному и занятому пару, пласту многолетних и однолетних бобовых трав, овсу, зернобобовым и рано убираемым пропашным культурам позволяет существенно улучшить фитосанитарную ситуацию (Зазимко, Возов, Забавина и др., 1988). В настоящее время в основных зонах возделывания пшеницы яровой преобладают короткоротационные зернопаровые и зернопропашные севообороты с насыщением пшеницы яровой от 50 до 80%, что приводит к накоплению инфекционного начала всего фитопатогенного комплекса этой культуры (Танский, Долженко, Гончаров и др., 2006). В Северо-Западном регионе наилучшими предшественниками для пшеницы яровой являются однолетние и многолетние бобовые травы, зернобобовые, а также пропашные культуры, под которые вносятся большое количество азотных удобрений и ведется борьба с сорняками (Танский, Долженко, Гончаров и др., 2004; Лаптиев, Шпанев, Гончаров и др., 2013).

В настоящее время в качестве обработки почвы применяется вспашка с оборотом и без оборота пласта, при этом наиболее предпочтительной остается первая благодаря уменьшению инфекционного запаса корневых гнилей и патогенов, поражающих пшеницу в период вегетации. Перед обработкой почвы на поле не должно оставаться остатков соломы и половы. Для наиболее полного запахивания растительных остатков необходимо перед этим проводить лущение стерни. Так же необходимым приемом служит уничтожение падалицы, на которой происходит отбор наиболее вредоносных и агрессивных форм возбудителей болезней.

Важная роль в снижении вредоносности болезней принадлежит также минеральным и органическим удобрениям. Основным принципом этой системы должно быть внесение удобрений, сбалансированных по элементам питания в оптимальные сроки. В связи с тем, что избыток азота увеличивают поражение растений мучнистой росой и бурой ржавчиной, а на септориоз влияют слабо, следует воздерживаться от внесения в почву повышенных доз азотных удобрений, а недостаток азота компенсировать внесением органических удобрений. Повысить устойчивость к мучнистой росе, ржавчине и другим болезням можно путём обработки посевов малыми дозами жидких комплексных удобрений (50 л/га) при разбавлении водой до 200-300 л/га и внесении полученного раствора способом мелкокапельного опрыскивания в конце кущения - первой половине фазы выхода растений в трубку. Фосфорные и калийные удобрения обычно действуют угнетающе на развитие болезней, в частности они снижают заболеваемость пшеницы яровой ржавчинными болезнями. Внекорневая подкормка фосфорно-калийными удобрениями (7 кг/га суперфосфата + 8 кг/га хлористого калия) пшеницы яровой в период выхода в трубку - колошения при первом появлении уредопустул бурой ржавчины снижает их жизнеспособность в 2-3 раза. В условиях Северо-Западного региона для получения урожая более 30 ц/га необходимо вносить полное минеральное удобрение из расчёта $N_{50-90}P_{20}$.

$50K_{50-90}$ под основную обработку почвы и N_{30-60} в виде внекорневой подкормки.

Посев пшеницы яровой следует проводить в сжатые сроки для обеспечения дружного развития растений и повышения их конкурентоспособности. Ранние сроки сева снижают повреждение культуры пятнистостями листьев, ржавчинными заболеваниями и мучнистой росой. Для уменьшения вредоносности листостеблевых заболеваний сев необходимо проводить оптимальной нормой высева на глубину 4-6 см. В Северо-Западном регионе необходимо проводить посев в 1-ой декаде мая с использованием крупных семян (масса 1000 зерен 35-40 г) с нормой высева 6,5-7,5 млн. всхожих семян на га (230-260 кг/га), что обеспечивает оптимальную густоту посева, составляющую к уборке 500-600 продуктивных стеблей/м². Посев стоит проводить на глубину не более 5 см с шириной междурядий 15 см (Зазимко, Возов, Забавина и др., 1988; Танский, Долженко, Гончаров и др., 2004; Танский, Долженко, Гончаров и др., 2006; Лаптиеv, Шпанев, Гончаров и др., 2013).

По утверждению М.М. Левитина (1997) в основе улучшения фитосанитарной обстановки в новой стратегии защиты зерновых культур должна быть идея **биологизации** защитных мероприятий с максимальным использованием агробиологических приёмов снижения уровня инфекционного потенциала болезней зерновых. При этом было предложено увеличить площади под бобовыми культурами, многолетними травами и сидератами, шире осваивать севообороты с применением органических удобрений, насыщенность севооборотов зерновыми культурами в Нечернозёмной зоне должна быть не более 50%. Большое внимание необходимо уделять возделыванию устойчивых сортов и сбалансированному минеральному питанию.

Однако, не смотря на вышесказанное, в настоящее время использование фунгицидов для защиты от болезней яровой пшеницы является основным, в связи с тем, что ежегодно, даже не смотря на проводимые химические

обработки, происходит прогрессирующее ухудшение фитосанитарной ситуации при сохранении на высоком уровне численности патогенов (Коваленков, Тюрина, Казадаева, 2013).

Меры химического управления численностью имеют наибольшее значение в виду возможности его оперативного использования в случае возникновения опасных фитосанитарных ситуаций, высокой биологической и экономической эффективности и быстрой окупаемости. У защиты зерновых культур и, в частности, у пшеницы меры химической защиты подразделяются на четыре основных этапа. Это протравливание семян против корневых гнилей, опрыскивание от снежной плесени (у яровых зерновых не проводится), опрыскивание против листостеблевых инфекций и опрыскивание против болезней колоса. Вклад каждого из этих этапов в сохранённый урожай составляет соответственно 22,5; 17,5; 32,1 и 27,9% (Санин, 2016).

Проводить те или иные фитосанитарные мероприятия следует в зависимости от устойчивости сорта. На сортах высокоустойчивого типа, на которых при благоприятных условиях потери урожая составляют лишь менее 5%, химзащитные обработки не целесообразны. На умеренно устойчивом сорте, на котором потери урожая в условиях эпифитотии составляют от 5 до 20%, защита эффективна при планируемой урожайности более 20 ц/га. Слабоустойчивый сорт, на котором потери урожая в эпифитотийных условиях составляют более 20% проведение защитных обработок необходимо всегда (Санин, 2006).

Комплекс мер защиты против бурой ржавчины, мучнистой росы, септориоза и пиренофороза различен, и должен применяться в зависимости от фитосанитарной обстановки в отношении какого-то одного заболевания или против целого комплекса возбудителей болезней.

Против **бурой ржавчины** рекомендовано проводить обработку почвы методом вспашки с боронованием, а также внекорневую подкормку растений фосфорно-калийными удобрениями в фазы выхода в трубку - колошения. По

данным С.П. Сафьянова и В.П. Сафьяновой (1975) этот приём не только увеличивал в растениях пшеницы яровой прирост сухого вещества на 15-18%, но и увеличивал содержание в листьях калия и фосфора, уменьшая при этом энергию прорастания уредоспор. По мнению авторов, внекорневую подкормку наиболее целесообразно проводить в годы сильного проявления ржавчины. По мнению Д. Вердеревского и А. Стояновой (1959) с бурой ржавчиной позволяет бороться комплекс таких агротехнических мероприятий как: чередование культур в севообороте, борьба с потерями зерна при уборке, своевременное и качественное лущение стерни с последующей вспашкой площадей, а также соблюдение правильных сроков сева. В.А. Чулкина и А.Э. Ярг (1976) предлагают в качестве основных мер борьбы с бурой ржавчиной яровой пшеницы ускорять созревание яровой пшеницы (сокращая при этом уязвимый период) возделыванием скороспелых сортов, применением умеренных доз (40-60 кг действующего вещества на га) минеральных удобрений, сбалансированных по азоту, а также посевом этой культуры по безотвальной обработке почвы в оптимально ранние сроки. По их мнению, эти мероприятия позволяют существенно ограничить развитие болезни, в связи с этим может быть исключена необходимость проведения дополнительных химических обработок.

Для снижения вредоносности **мучнистой росы** большое значение имеют предшественники, среди которых наилучшими являются подсолнечник, свёкла и кукуруза, а для снижения комплексной инфекции, в состав которой входит мучнистая роса, чистый пар и горох. Против патогена также решающую роль играет влияние минерального питания. Избыточное внесение азотных удобрений (свыше 90 кг д.в./га) провоцирует более сильное проявление болезни. Внесение фосфорных и калийных удобрений при этом повышают устойчивость к данному патогену. Внесение минерального удобрения в дозах $N_{100}P_{40}K_{40}$ и $N_{100}P_{60}K_{60}$ с дробным внесением азотного удобрения препятствовало распространению и развитию мучнистой росы и

других патогенов, идущих в комплексе с ней (Макаренко, 1990; Мелькумова, 1990).

Зяблевая вспашка с оборотом пласта способствует ликвидации зимующей стадии **пиренофороза**, при этом при сильном развитии на отдельных участках полезно проводить сжигание растительных остатков (Рудаков, 1985).

Лущение стерни с последующей зяблевой вспашкой, уборка зерна с минимальными потерями, борьба со злаковыми сорняками, соблюдение оптимальных сроков сева, норм высева, правильных севооборотов, оптимальных доз и сочетаний минеральных удобрений позволяет снизить заражение **септориозом** (Васецкая, Чигирев, 1986). Так как в наше время в продаже присутствуют сорта с приемлемыми агрономическими показателями, не обладающими достаточной устойчивостью против этой болезни и других пятнистостей, ведущее положение в системе фитосанитарных мероприятий против них занимает применение фунгицидов, ориентированных на время заражения. Используют препараты как методом опрыскивания в период вегетации, так и способом обработки посевного материала (Luke, Pfahler, Barnett, 1983; Milus, Chalkey, 1997; Palmer, Skinner, 2002; Henze, Beyer, Klink et al., 2007; Krupinsky, Tanaka, Merrill 2007; Долженко, 2011; Гришечкина, Долженко 2012). Согласно исследованиям S. Berraies, M. S. Gharbi, S. Rezgui и A. Yahyaoui (2014) применение фунгицидов приводит к более высокому сохранению урожайности на восприимчивых сортах.

Ассортимент фунгицидов против септориоза достаточно широк. Против этого заболевания рекомендовано более 100 фунгицидов, около 2/3 которых занимают 2-3-х компонентные комбинации зарубежных и отечественных препаратов, включающие действующие вещества из различных химических групп. При этом большую часть среди зарегистрированных современных препаратов составляют препараты, содержащие триазоловые соединения в комбинации со стробилуринами, пиразол-карбоксамидами и другими

химическими группами препаратов (Кунгурцева, Ишкова, 2016). Использование фунгицидов на основе манкоцеба, ципродинила, стробилуринов, триазолов и их комбинаций обеспечивают надёжную защиту от этой болезни (Peever, Brants Bergstrom et al., 1994; Gooding, Dimmock, France et al., 2000; Koenning, 2015).

1.3 Химическая защита пшеницы яровой от болезней в период вегетации

1.3.1 Тенденции развития химического метода защиты пшеницы яровой от болезней в период вегетации

По прогнозам В.А. Захаренко (2001), в ближайшие 50 лет химический метод будет оставаться ведущим в современной защите растений. Общая тенденция в его развитии заключается в использовании более эффективных менее опасных для человека и природы пестицидов при меньших нормах применения.

Необходимость проведения эффективных и экологически безопасных фитосанитарных мероприятий продиктована постоянно сохраняющейся угрозой массового распространения фитопатогенов на зерновых культурах. Повышенное внимание при этом уделяется формированию оптимизированного ассортимента фунгицидов, состоящего из новых высокоактивных препаратов полифункционального действия с многосторонней биологической активностью. Такие препараты позволяют сократить число обработок, уменьшая, таким образом, токсическую нагрузку фунгицидов на агроценоз пшеницы яровой. Комбинированные препараты с действующими веществами различного механизма действия и спектра активности проявляют эффект синергизма и аддитивности против широкого спектра патогенов (Гришечкина, 2016).

В начале 1990-х годов в ассортименте фунгицидов на зерновых культурах присутствовало всего 65 препаратов на основе действующих веществ из разных химических классов. Основу ассортимента в эти годы

составляли препараты из группы триазолов 2-го и 3-го поколений, имеющие пролонгированный защитный период, высокую избирательность, меньшую зависимость от погодных условий, а также малую токсичность для теплокровных и человека. В этот период также в ассортименте начинают появляться комбинированные препараты. Большим достижением в этот период было появление препаратов на основе действующих веществ из новых химических групп - фенилпирролов 2-го поколения и стробилуринов, обладающих лучшими экотоксикологическими показателями, в отличие от триазолов. Среди аналогов стробилурина на российском пестицидном рынке первыми появились препараты на основе азоксистробина из группы метоксиакрилатов и крезоксим-метила из группы оксиминоацетатов. В результате прихода на российский рынок препаратов на основе этих действующих веществ, появилась возможность бороться с патогенами со сниженной чувствительностью к триазолам, бензимидазолам, дитиокарбаматам, фениламидам и т.д. В этот же период в Государственном каталоге пестицидов появился первый трёхкомпонентный препарат Фалькон, КЭ, в состав которого входило принципиально новое действующее вещество из группы спирокеталаминов (спироксамин) с системной активностью и куративным действием (Гришечкина, Долженко, 2004; Гришечкина, Долженко, Милютенкова и др., 2004).

Общая ситуация по формированию ассортимента фунгицидов для защиты пшеницы яровой от комплекса болезней в период вегетации с 2010 по 2020 годы представлена в таблице 1. В первой части приведены данные по изменению ассортимента по общим количественным показателям, во второй - по количеству препаратов против основных болезней пшеницы яровой в период вегетации за вышеуказанный временной промежуток.

Согласно этой таблице в 2010 году против основных болезней пшеницы яровой в период вегетации было зарегистрировано 49 препаратов. Наиболее активный рост ассортимента таких фунгицидов был отмечен с 2013 года и в 2020 году он достигал уже 124 торговых наименований. В эти годы активно в

Таблица 1. Ассортимент фунгицидов для защиты пшеницы яровой от комплекса болезней вегетирующих растений (2010-2020 гг.) (Государственный каталог пестицидов..., 2010-2020).

Показатели	Год										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
По общему количественному составу											
Количество препаратов	49	53	57	70	87	93	107	116	127	130	124
Количество действующих веществ	17	18	18	19	20	25	25	25	27	26	27
Количество химических групп	8	8	8	9	9	10	10	12	12	12	12
Количество препаративных форм	10	9	7	9	8	7	11	13	13	12	12
Количество однокомпонентных препаратов	32	33	33	40	48	49	56	57	64	64	59
Количество поликомпонентных препаратов:	17	20	24	30	39	44	51	59	63	66	65
- в т.ч. двухкомпонентные	15	18	22	27	36	40	46	51	55	57	57
- в т.ч. трёхкомпонентные	2	2	2	3	3	4	5	8	8	9	8
По количественному составу против отдельных заболеваний											
Количество препаратов против септориоза	38	45	46	62	64	80	90	90	107	110	103
Количество препаратов против пиренофороза	24	36	40	53	54	72	71	70	94	97	86
Количество препаратов против бурой ржавчины	31	42	47	62	64	80	79	91	105	108	104
Количество препаратов против мучнистой росы	45	51	57	62	73	92	105	106	125	121	124

Государственный каталог пестицидов шло включение поликомпонентных препаратов. В 2010 году таких было только 17, а к 2020 году их уже было 65. В отношении однокомпонентных препаратов, несмотря на то, что их количество за этот временной промежуток увеличилось с 32-х до 64-х наименований (в 2020 году их стало 59), рост шёл медленнее. Прирост количества комбинированных препаратов обеспечивался в основном за счёт увеличения в Государственном каталоге двухкомпонентных действующих веществ. В 2010 году их было 15, а к 2020-му году - уже 57 наименований препаратов. Количество трёхкомпонентных препаратов за вышеуказанный промежуток времени выросло только на 6 наименований, и составило к 2020 году – 8 (а в 2019 году 9 препаратов).

Количество препаративных форм фунгицидов для обработки пшеницы яровой в период вегетации с 2010 по 2020 годы было различным как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения и варьировало от 7 до 13 формуляций. В основном в эти годы в Государственном каталоге были представлены препараты в виде суспензионного концентрата (СК), смачивающихся порошков (СП); концентратов суспензий (КС); концентратов эмульсий (КЭ); суспензий (СЭ); текучей пасты (ТПС); водных эмульсий (ВЭ); концентратов коллоидных растворов (ККР) и концентратов микроэмульсий (КМЭ). С 2017 года стали появляться препараты в виде водно-суспензионных концентратов (ВСК), микроэмульсий (МЭ) и масляно-водных эмульсий (ЭМВ), а с 2018 года – водо-диспергируемых гранул (ВДГ) и водных концентратов эмульсий (ВКЭ).

По количеству действующих веществ был зафиксирован рост: с 17-и до 27-и. По количеству химических групп тенденция к увеличению была незначительной: за 10 лет оно увеличилось только с 8-и до 12-и.

В 2010 году в Государственном каталоге уже присутствовали препараты на основе действующих веществ из химических классов триазолов, стробилуринов, бензимидазолов, имидазолов, тиофанатов, спирокеталаминов, хлорнитрилов и триазолинтионов.

В 2010 году действующие вещества из наиболее значимой группы триазолов были представлены ципроконазолом, эпоксиконазолом, пропиконазолом, тебуконазолом, триадименолом, триадимефоном, тетраконазолом и флутриафолом. Чаще всего эти действующие вещества идут в комбинации либо с действующими веществами из других или из этой же химической группы. На основе единичного ципроконазола в Государственном каталоге представлены препараты Алькор, КС (400 г/л), Цимус, КС (400 г/л) и Рекрут, КС (400 г/л); эпоксиконазола - Рекс С, КС (125 г/л); пропиконазола - Тилт, КЭ (250 г/л), Титул 390, ККР (390 г/л) и т.д.; тебуконазола - Колосаль, КЭ (250 г/л), Фоликур, КЭ (250 г/л); триадимефона - Байлетон, СП (250 г/кг), Привент, СП (250 г/кг), Байзафон, СП (250 г/кг); тетраконазола - Эминент, ВЭ (125 г/л); флутриафола - Импакт, СК (250 г/л), Страйк, СК (250 г/л), Компакт, КС (250 г/л), Флутриобел, КС (250 г/л). Такие действующие вещества как дифеноконазол, метконазол и триадименол в форме однокомпонентных препаратов в эти годы не были представлены в Государственном каталоге и входили в состав только комбинированных препаратов. В 2014 году появился первый препарат на основе метконазола, а в 2015 – дифеноконазола.

В Государственном каталоге в разные годы комбинации из различных триазолов появлялись как в форме двух- так и трёхкомпонентных препаратов. В 2018 году в Государственный каталог вошёл препарат Бродер, КЭ (150 г/л дифеноконазола + 150 г/л пропиконазола). Триадимефон в смеси встречается в основном в составе двухкомпонентных препаратов с тебуконазолом, например Фолинол, КЭ (125 г/л тебуконазола + 100 г/л триадимефона) и его аналогами, такими как Фолиант, КЭ (125+100 г/л), Конкур, КЭ (125+100 г/л), Фаворит, КЭ (125+100 г/л) и др. Пропиконазол с тебуконазолом входит в состав двух препаратов с инновационными препаративными формами: Титул Дуо, ККР (200 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола) и Колосаль Про, КМЭ (300 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола). С пропиконазолом широко представлены в Государственном каталоге двухкомпонентные

комбинации с ципроконазолом: Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) и его аналоги и Альто Турбо, КЭ (250 г/л пропиконазола + 160 г/л ципроконазола). В 2014 году появился двухкомпонентный препарат на основе эпоксиконазола и метконазола Осирис, КЭ (37,5 г/л эпоксиконазола + 27,5 г/л метконазола). Трёхкомпонентные комбинации триазолов в Государственном каталоге представлены только двумя препаратами с инновационными препаративными формами: Триада, ККР (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола), появившийся в 2015 году и Капелла, МЭ (120 г/л пропиконазола + 60 г/л флутриафола + 30 г/л дифеноконазола), который был разрешён к применению для защиты пшеницы яровой в 2017 году.

Из группы аналогов стробилуринов в 2010 году в Государственном каталоге значились препараты на основе азоксистробина (Амистар Экстра, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) и Амистар Трио, КЭ (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола)) и пиракlostробина (Абакус, СЭ (62,5 г/л пиракlostробина + 62,5 г/л эпоксиконазола)), в 2013 году к ним добавился препарат на основе пикоксистробина (Аканто Плюс, КС (200 г/л пикоксистробина + 80 г/л ципроконазола)), а в 2016 - крезоксим-метила (Терапевт Про, КС (125 г/л крезоксим-метила + 125 г/л эпоксиконазола + 80 г/л дифеноконазола)). С 2018 года началось активное включение в Государственный каталог комбинированных препаратов с содержанием стробилуринов: ассортимент комбинированных препаратов с содержанием азоксистробина пополнился тремя комбинациями: ТриАгро, КС (100 г/л азоксистробина + 120 г/л тебуконазола + 40 г/л ципроконазола); Азорит, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола), являющегося первым аналогом ранее зарегистрированного препарата Амистар Экстра, СК (200+80 г/л) и Азорро, КС (300 г/л карбендазима + 100 г/л азоксистробина). В этом же году на основе пиракlostробина был зарегистрирован препарат Приаксор, КЭ (150 г/л пиракlostробина + 75 г/л флуксапироксада). В 2019 году было

рекомендовано ещё 4 препарата с содержанием азоксистробина: Стробишанс Про, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) как второго аналога фунгицида Амистар Экстра, СК (200+80 г/л); Консул, КС (125 г/л флутриафола + 125 г/л азоксистробина); Кустодия, КС (120 г/л азоксистробина + 200 г/л тебуконазола) и Протазокс, КС (200 г/л азоксистробина + 125 г/л протиоконазола + 60 г/л дифеноконазола). В 2020 году на основе азоксистробина в Государственный каталог был включён препарат Балий, КМЭ (180 г/л пропиконазола + 120 г/л азоксистробина), а также первый препарат на основе флуоксастробина, для применения в период вегетации Эвито Т, КС (250 г/л тебуконазола + 180 г/л флуоксастробина). Ранее это действующее вещество входило в состав двух препаратов для протравливания посевного материала: Баритон, КС (37,5 г/л флуоксастробина + 37,5 г/л протиоконазола) и инсектофунгицида Сценик Комби, КС (250 г/л клотианидина + 37,5 г/л флуоксастробина + 37,5 г/л протиоконазола + 5 г/л тебуконазола).

Среди бензимидазолов в указанном временном промежутке были представлены препараты на основе беномила (например, Фундазол, СП и Бенорад, СП с содержанием 500 г/кг этого действующего вещества) и карбендазима (например, Колфуго Супер, КС (200 г/л карбендазима)) и Феразим, КС (500 г/л карбендазима) и его аналоги). Двухкомпонентные препараты с содержанием карбендазима в Государственном каталоге стали появляться с 2014 года. Тогда был включён комбинированный препарат Импакт Эксклюзив, КС (250 г/л карбендазима + 117,5 г/л флутриафола), а в 2018 году на основе этого действующего вещества с азоксистробином появился ранее упоминавшийся препарат Азорро, КС (300+100 г/л).

Из группы имидазолов на основе прохлораза в Государственном каталоге представлены препараты Мираж, КЭ с содержанием этого активного компонента 450 г/л и две комбинации с пропиконазолом (Бампер Супер, КЭ (400 г/л прохлораза + 90 г/л пропиконазола)) и тебуконазолом (Замир, ЭМВ (267 г/л прохлораза + 133 г/л тебуконазола)).

Среди тиофанатов в период с 2010 по 2020 годы в Государственном каталоге представлены препараты на основе тиофанат-метила (Топсин-М, СП (700 г/кг тиофанат-метила) и Рекс Дуо, КС (310 г/л тиофанат-метила + 187 г/л эпоксиконазола); спирокеталаминов - спироксамина (Фалькон, КЭ (250 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола) и с 2020 года Солигор, КЭ (224 г/л спироксамина + 140 г/л тебуконазола + 53 г/л протиоконазола); хлорнитрилов - хлороталонила (Браво, КС (500 г/л хлороталонила) и его аналогов Банко, КС(500 г/л) и Талант, СК (500 г/л), вошедших в Каталог в 2018 году) и триазолинтионов - протиоконазола (Прозаро, КЭ (125+125 г/л) и Прозаро Квантум, КС (160+80 г/л) с различным соотношением тебуконазола и протиоконазола).

С 2013 года в Государственный каталог начинают включать препараты на основе действующих веществ из новых перспективных химических групп. Первый препарат на основе биксафена Зантара, КЭ (166 г/л тебуконазола+ 50 г/л биксафена) из группы пиразол-карбоксамидов был зарегистрирован в 2013 году, а в 2015-м из этой химической группы был включён препарат на основе флуксапироксада Адексар, КЭ (62,5 г/л флуксапироксада + 62,5 г/л эпоксиконазола). В 2018 году к нему добавился вышеупомянутый фунгицид Приаксор, КЭ, а также появился первый препарат на основе нового действующего вещества пентиопирада Абруста, КС (150 г/л пентиопирада + 60 г/л ципроконазола). В 2015 году появился первый препарат на основе метрафенона (Флексити, КС (300 г/л метрафенона)) из химического класса бензофенонов, а в 2017 году были зарегистрированы препараты на основе новых действующих веществ из 2-х химических групп. Это препарат на основе проквиназида Талиус, КЭ (200 г/л проквиназида) из группы квинозолиноны и на основе фенпропиморфа Рекс Плюс, СЭ (84 г/л эпоксиконазола + 250 г/л фенпропиморфа) из группы морфолины.

Ассортимент фунгицидов против наиболее значимых болезней яровой пшеницы в период вегетации год от года пополнялся новыми как отечественными, так и зарубежными препаратами, включая аналоги. В

основном это были препараты с комплексным действием в отношении септориоза, пиренофороза, бурой ржавчины и мучнистой росы. Против септориоза по состоянию на 2020 год (начиная с 2010 года) ассортимент фунгицидов вырос на 65 препаратов; пиренофороза – на 62 препарата, бурой ржавчины – на 73 препарата и мучнистой росы – на 79 препаратов.

К.В. Новожиловым (1997) было отмечено, что если в 1970-х годах в Российской Федерации основной вред пшенице причиняли в основном мучнистая роса (25%), бурая ржавчина (25%) и корневые гнили (12%), то в 80-90 годах широкое распространение получили септориоз (25%) и фузариоз колоса (16%). Также усилилось поражение растений церкоспореллёзом и ризоктонией (вызывает прикорневые гнили). С этого же периода отмечалось нарастание такого заболевания, как пиренофороз (9%), не зарегистрированного в 70-80 годы. Такая же тенденция отмечена в отношении патогенного комплекса пшеницы яровой С.С. Саниным (2010).

Е.И. Кошкин (2016) отмечает, что за последние годы экономическое значение септориоза и пиренофороза резко возросло, поэтому приоритетным направлением защиты пшеницы яровой является введение в практику препаратов с высокой эффективностью главным образом против этих болезней. Бурая ржавчина по сей день остаётся важным экономически значимым вредным объектом ввиду своей высокой вредоносности, особенно в условиях эпифитотии. Увеличение ассортимента фунгицидов против этого заболевания обусловлено необходимостью проведения эффективных мероприятий по защите растений для сохранения урожая этой культуры. Несмотря на то, что мучнистая роса постепенно теряет своё экономическое значение, большинство препаратов с комплексным действием обладают высокой биологической эффективностью и против этого патогена.

Количество комбинированных препаратов в последние годы возросло в 4,8 раза, количество действующих веществ, при этом, увеличилось в 1,4 раза. Применение комбинаций действующих веществ обусловлено, прежде всего, расширением спектра действия фунгицидов, а также предотвращением

появления устойчивых форм возбудителей болезней и снижением пестицидной нагрузки. Токсичность в отношении теплокровных животных и человека снизилась в 1,3 раза, а средняя летальная доза для теплокровных животных увеличилась с 3372 мг/кг до 4257 мг/кг. Были исключены препараты 2-го класса опасности неизбирательного действия с высокими нормами применения. Начиная с 1992 года, на зерновых культурах удалось снизить норму применения препаратов с 0,67 до 0,4 л/га, а токсическую нагрузку – с 150 до 40 полулетальных доз на гектар.

Экологическая направленность химического метода приобрела реальные очертания с открытием стробилуринов и карбоксамидов, на основе которых в настоящее время создаются фунгициды для защиты многих сельскохозяйственных культур, в том числе пшеницы яровой, оказывающих наименьшее негативное влияние на окружающую среду (Долженко, 2004; Гришечкина, 2016; Кучерова Н.Г., 2016).

Резистентность вредных организмов к пестицидам - процесс микроэволюционный и характеризует изменение в популяциях вредных организмов под воздействием токсических веществ. Эта проблема приобрела свою актуальность в 20-м веке и по сей день является одной из основных в современной защите растений. Она постоянно находится в поле зрения ВОЗ и ФАО. В 80-х годах прошлого века был создан комитет по устойчивости вредных организмов к фунгицидам (FRAC). Он организует мониторинг резистентности фитопатогенных грибов к фунгицидам и разработку мероприятий по её преодолению в различных странах и регионах, вводит их в практику. Особо остро проблема резистентности стала с появлением органических пестицидов в послевоенный период.

Первые случаи резистентности на пшенице яровой начали выявляться с 70-х годов прошлого столетия в отношении мучнистой росы и препаратов из группы бензимидазолов (беномил) и тиофанатов (тиофанат-метил) (Сухорученко, 2001). Так же стоит отметить случаи резистентности

септориоза к триазоловым соединениям и мучнистой росы к стробилуринам и триазолам.

Стоит отметить, что патогены сильно различаются по уровню риска развития резистентности. Патоген с коротким временем развития одной генерации и их большим количеством за сезон подвергаются большему риску развития резистентности (Brent, Hollomon, 2007).

Резистентность формируется в процессе выживания и распространения первоначально редких мутантов при селектирующем воздействии фунгицида. Она возникает в результате изменения чувствительности мишени к действию фунгицида, изменению проницаемости клеток гриба к нему, повышение активности детоксицирующих ферментов и других организмов. Если полевая устойчивость известна для одного действующего вещества какого-либо химического класса, то очень вероятно, но не обязательно будет обнаружена перекрёстная устойчивость к другим членам этой же химической группы. Развитие устойчивости грибов к той или иной группе препаратов связано со свойствами действующих веществ используемых фунгицидов, а также биологическими особенностями патогенов. Развитие устойчивости у грибов обычно связано с преодолением одного возможного действия препарата в результате 1-й мутации. В случае 2-х и более мест действия препарата, когда резистентность формируется несколькими мутациями, устойчивость формируется медленнее. Морфолины сохраняли свою активность на протяжении 34 лет. К триазолам устойчивость сформировалась быстрее.

В зависимости от химической группы фунгицидов разрабатывается антирезистентная стратегия: для бензимидазолов - отказ от использования; фениламинов и дикарбоксаминов - ограничение числа обработок; ингибиторов деметилирования, анилинопиримидинов и морфолинов - многолинейные посевы зерновых; фенилпирролов - использование многолинейных сортов и чередование фунгицидов и стробилуринов -

ограничение числа обработок (не более 3-х) с чередованием фунгицидов (Захаренко, 2001; Тютюрев, 2001).

По постоянно обновляющейся информации FRAC по устойчивости грибов в отношении основных групп фунгицидов, применяемых в период вегетации на посевах пшеницы яровой ситуация носит следующий характер. Зафиксирована резистентность многих грибов в отношении бензимидазолов и тиофанатов, между которыми может возникать кросс-резистентность. Снижена чувствительность изолятов мучнистой росы пшеницы к бензофенонам (метрафенон). Повышенным риском возникновения устойчивости обладают стробилурины с возникновением кросс-резистентности между всеми известными группами этого химического класса. В отношении квинозолинонов пока не выявлены случаи резистентности патогенов пшеницы. Между имидазолами, триазолами и триазолинтионами, риск возникновения устойчивости к которым находится на среднем уровне, пока случаев возникновения кросс-резистентности не зафиксировано. Есть только прецеденты в отношении отдельных групп и отдельных патогенов. Отмечено также снижение чувствительности мучнистой росы к морфолинам и спирокеталаминам (Brown, Dell, Simpson et al., 1990; FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019).

В середине 1980-х годов было отмечено снижение чувствительности возбудителя септориоза к бензимидазолам. Некоторые триазолы, в первую очередь эпоксиконазол и протиокконазол, продолжают обеспечивать хороший контроль в рекомендуемых нормах применения, но с середины 90-х годов в европейской части континента зафиксировано снижение чувствительности этого гриба к действующим веществам из этой химической группы. Также в отношении этого возбудителя отмечено снижение его чувствительности к стробилуринам. По исследованиям, проведенным М. Beyer, F. Kiesner, J.-A. Verreet и Н. Klink (2011) замечено быстрое формирование устойчивости возбудителей септориоза к трифлуксистробину и другим стробилуринам. На формирование устойчивости к трифлуксистробину ушло 3 года его

непрерывного применения. Случаев резистентности к хлороталонилу и фолпету у этого возбудителя пока не зафиксировано. В 2012 году в европейской части евразийского континента было зафиксировано наличие единичных устойчивых форм патогена в отношении SDHI фунгицидов, к которым принадлежат карбоксамиды и бензамиды, что создаёт умеренный или высокий риск развития устойчивости к препаратам из этой химической группы.

По мучнистой росе в Северной и Западной Европе отмечены случаи снижения чувствительности к триазолам, бензимидазолам, имидазолам и бензофенонам (метрафенону). Развитие резистентности к стробилуринам также носит распространённый характер. Умеренный риск возникновения устойчивости отмечен в отношении препаратов из групп мофолинов, спирокеталаминов и бензофенонов (метрафенон). Первые случаи такой резистентности были отмечены ещё в 1990-х годах прошлого столетия. Устойчивые формы мучнистой росы в 2001 году были отмечены и в отношении квинозолинонов (проквиназид). Несмотря на то, что уровень риска образования устойчивых форм возбудителей этого заболевания, в отношении бензамидов и карбоксамидов колеблется от среднего до высокого, в настоящее время они пока не обнаружены.

У бурой ржавчины существует незначительный риск возникновения устойчивости к триазолам. Устойчивости к стробилуринам у этого патогена пока не зафиксировано. По морфолинам и спирокеталаминам ситуация с резистентностью этого патогена носит такой же характер, как и у предыдущей группы фунгицидов. Устойчивости к карбоксамидам и бензамидам у бурой ржавчины пока не отмечено.

В 2003 году в Швеции был зарегистрирован первый случай проявления устойчивости к стробилуринам у возбудителя пиренофороза. После этого в ряде стран Европы регистрируются подобные случаи резистентности. В 2005 году была отмечена полевая устойчивость к триазолам и имидазолам (Keith J

Brent, Derek W Hollomon, 2007; Fungicide resistance management in cereals, 2019).

Исходя из вышеизложенной информации, в настоящее время становится актуальной поиск новых молекул с иными механизмами действия, чем у уже известных, а также появление комбинаций из действующих веществ разных химических групп. Эти тенденции прослеживаются и в совершенствовании ассортимента фунгицидов против основных болезней пшеницы яровой в период вегетации.

Изменения произошли не только за счёт рационального подбора молекул действующих веществ, а также повышения качества препаратов за счёт более прогрессивных препаративных форм, способствующих улучшению их санитарно-гигиенических показателей, повышающих безопасность применения фунгицидов. Улучшились также эксплуатационные характеристики препаратов в новых препаративных формах, созданных на основе нанотехнологий (МЭ (микроэмульсия), ККР (концентрат коллоидного раствора)). За счёт повышения адсорбирующей способности активного вещества был улучшен его перенос внутри субстрата и увеличена стабильность рабочего раствора. Смачивающиеся порошки были заменены на МЭ (микроэмульсии), СМЭ (суспензионные микроэмульсии), КЭ (концентраты эмульсии), СК (суспензионный концентрат), ЭМВ (эмульсии масляно-водные), СЭ (суспензионные эмульсии) и ККР (концентраты коллоидного раствора) (Долженко, 2004; Гришечкина, 2016; Кучерова, 2016).

Наноструктурирование действующих веществ пестицидов, приводящее к появлению новых препаративных форм, изменяет их свойства и показатели эффективности, а также их экологическую опасность. В настоящее время разработаны препаративные формы, позволяющие образовывать рабочие нанодисперсные растворы с дисперсностью менее 100 нм. Это концентраты коллоидных растворов (ККР); микроэмульсии (МЭ); наноэмульсии (НЭ). Все эти вещества имеют выгодные отличия по термодинамической стабильности, однородности, смачиваемости обрабатываемой поверхности, а также

повышенной способности проникать в растительные ткани и скорости воздействия на целевые организмы (Захаренко, 2013).

Концентраты эмульсий, наиболее применяемые большинством товаропроизводителей в настоящее время, в воде образуют частицы размером 1000-20000 нм. Микроэмульсии, в последние годы, широко применяемые в различных странах мира, в воде образуют частицы размером 5-5000 нм, обладая при этом большей термодинамической стабильностью. Они представляют собой прозрачные и низковязкие дисперсионные системы, состоящие из воды, масла, поверхностно-активных веществ и спирта. Адсорбция пестицидов на наночастицах облегчает их транспорт внутрь клетки, что резко увеличивает токсичность последних.

Концентраты коллоидных растворов и микроэмульсии, позволяют в максимальной степени использовать свойства действующих веществ по показателям качества и стабильности рабочих растворов (смешивание с водой в любом соотношении с образованием прозрачного, однородного и стабильного раствора, не подверженного расслоению и разложению в процессе хранения), смачивающих и поглощающих свойств (равномерное распределение, сплошное смачивание и быстрое проникновение действующих веществ с обрабатываемой поверхности внутрь целевого объекта на молекулярном уровне) (Захаренко, 2011).

Однако, не смотря на все преимущества новых препаративных форм с использованием наноматериалов (ККР, МЭ и др.), существует необходимость при их использовании чётко соблюдать технику безопасности и регламенты применения при проведении обработок. Это связано с тем, что фунгициды на основе этих препаративных форм обладают высокой способностью к аккумуляции в различных объектах агробиоценоза, а также генотоксическими и мутагенными свойствами наночастиц (Приказ Роспотребнадзора от 12.10.07. "Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование РФ. Оценка безопасности

наноматериалов: Методические рекомендации", 2007; Захаренко, 2011а; 2011б).

1.3.2 Основные классы действующих веществ фунгицидов, применяемых против болезней пшеницы яровой

Как уже указано выше, к 2020 году в Государственный каталог пестицидов против болезней пшеницы яровой в период вегетации были включены препараты на основе действующих веществ из 12-и химических групп. Одной из самых многочисленных групп являются триазолы, из которой позже была выделена подгруппа триазолинтионов, ярким представителем которой стал протиоконазол. В тройку лидеров по представленности в Государственном каталоге среди химических групп также вошли представители из групп - стробилурины и бензимидазолы. Действующие вещества из групп имидазолы, тиофанаты, спирокеталамины, хлорнитрилы, пиразол-карбоксамиды, бензофеноны, квинозолиноны и морфолины в препаратах против болезней пшеницы яровой в период вегетации широкого представления пока не получили. Однако, в связи с распространением резистентности грибов к действующим веществам из тройки лидеров химических групп, приобретают свою значимость для использования в антирезистентных стратегиях защиты в интенсивных технологиях возделывания этой культуры препараты с действующими веществами из других химических классов.

Основной химической группой, входящей в группу ингибиторов C-14 деметилирования в синтезе стероидов, являются триазолы. Это одна из наиболее важных групп системных фунгицидов, появившихся за прошедшие 20-30 лет. Большинство химических соединений, входящих в эту химическую группу, обладают системными свойствами и способны к быстрому передвижению по ксилеме к верхним листьям, не перераспределяясь в пределах растения и не поступая в молодые листья, образующиеся после обработки. Триазолы являются основой ассортимента

для защиты зерновых культур от целого ряда фитопатогенов и проявляют защитное, лечебное и искореняющее действие (Тютюрев, 2010). По свидетельствам Forester et al. (1989) (цит. по Тютюрев, 2006) они часто влияют на рост растений через снижение в них гиббереллина, что приводит к ретардантному эффекту.

Известна также способность триазолов к усилению цитокининовой активности в растениях, замедлению распада нуклеиновых кислот, хлорофилла и других полимеров, которые разлагаются в связи со старением тканей. Фунгициды, являющиеся ингибиторами биосинтеза эргостерина, слабо влияют на прорастание спор грибов. Их эффективность в большей степени связана с ингибированием роста ростковых трубок, мицелия и последующее образование инфекционных структур (Тютюрев, 2006).

Одной из важнейших особенностей фунгицидов из этой группы, является то, что они имеют геометрические и оптические изомеры, которые могут различаться биологическими и физико-химическими характеристиками, в том числе сродством к ингибируемому ферменту, скоростью метаболизма, константами адсорбции на поверхностях и т.д. Относительная активность изомеров зависит не столько от физико-химических свойств, сколько от вида гриба, т.е. малоактивное соединение для одного гриба оказывается высокоактивным для другого и наоборот. Высокочувствительные виды были почти одинаково уязвимы в отношении разных стереоизомеров. Среди триазолов встречаются препараты как широкого, так и узкого спектра действия. Препараты узкого спектра действия предназначены преимущественно для борьбы с мучнистой росой (Захарычев, 2019).

Стробилурины, как фунгициды были открыты в конце 1980-х годов и впервые поступили на рынок в 1990-х годах. С их появлением было найдено новое мощное экологически малоопасное средство против мучнисторосяных, ржавчинных грибов, а также других возбудителей болезней на широком круге сельскохозяйственных культур. Стробилурины являются

синтетическими аналогами природных антибиотиков, присутствующих в различных видах съедобных дереворазрушающих грибов - базидиомицетов порядка агариковых (пластинчатых), в том числе *Strobilurus tanacellus* из семейства болетовых и удимансиелла слизистая (*Oudemansiella mucida*) из семейства трихоломовых. Не смотря на различия в химической структуре, все эти фунгициды объединяет общий биохимический механизм действия в грибах - ингибирование переноса электронов на участке цитохром-убихинонового комплекса bc_1 (QoI-фунгициды). Антибиотические свойства изолятов гриба *Strobilurus tenacellus* впервые были описаны в 1978 году Т. Анке и В. Стеглич (Ziegler, Benet-Buchholz, Etzel et al., 2003).

Стробилурины обладают защитным, лечебным и куративным действием. Превосходно ингибируют прорастание спор и проникновение в ткани растений. Устойчивы к дождю за счёт того, что остаются в основном в восковом слое кутикулы листьев, хорошо проникая в обработанные участки растения. Трансламинарная активность этих фунгицидов обеспечивает защиту необработанной стороны листьев. Стробилурины малотоксичны для птиц, дождевых червей, полезных насекомых, хищных клещей, млекопитающих (включая человека). Однако основным недостатком этой группы фунгицидов является быстрое развитие к ним устойчивости у грибов, в связи с чем применение фунгицидов этого класса возможно только в системе антирезистентной программы защиты, которую следует разрабатывать для каждой болезни и сельскохозяйственной культуры. Как считает Международная комиссия по резистентности к фунгицидам, одним из ключевых моментов управления устойчивостью грибов к стробилуринам является чередование фунгицидов с различным механизмом действия. Их рекомендуется применять первыми в вегетационном сезоне, так как они снижают способность устойчивых к триазолам форм грибов к развитию на листьях.

Стробилурины проявляют свою активность против многих микромицетов из классов оомицетов, дейтеромицетов, базидиомицетов и

аскомицетов при низких нормах применения. Этим фунгицидам свойственно мезостемное и квазистемное распределение по растению в сочетании с трансламинарным и частично системным действием. Флуоксастробин и пикоксистробин, входящие в эту химическую группу, обладают системными свойствами. Их преимуществами также являются высокая дождестойкость, быстрая деградация в объектах среды, минимальное отрицательное действие на полезную фауну агроценозов и щадящее действие на микробные сообщества в почве. Однако стабильную эффективность препараты на основе стробилуринов обеспечивают при их профилактическом применении, их использовании после препаратов куративного действия, а также в комбинации с триазолами морфолинами и другими действующими веществами, обладающими куративным эффектом. Стробилурины также действуют на активность нитратредуктазы, способствуя более эффективному усваиванию растениями пшеницы азотных удобрений, особенно при раннем сроке их применения, что приводит к улучшению развития продуктивных побегов и увеличению количества колосовых зародышей (Sauter, Steglich, Anke, 1999; Bartlett Clough, Godfrey et al., 2001; Clark, 2003; Гришечкина, Долженко, Милютенкова и др., 2004). Отмечена также высокая активность стробилуринов против мучнистой росы (Baumler, Sierotzki, Gisi et al., 2003).

В настоящее время стробилурины стали самыми коммерчески успешными и широко применяемыми во всём мире фунгицидами, обойдя долгое время державшие пальму первенства триазолы (Тютюрев, 2006, 2010; Захарычев, 2019).

Не смотря на набирающую обороты популярность этой группы фунгицидов, доля стробилуринов среди всех фунгицидных ротационных обработок не должна превышать 30-50%, поэтому для культур, для которых необходимы многократные обработки, после использования стробилуринов должно быть проведено не менее 2-х обработок препаратами другого механизма действия (Brent, Hollomon, 1998).

Бензимидазолы являются наиболее старой из известных групп системных фунгицидов. По классификации FRAC представители этой группы действующих веществ объединены вместе с тиофанатами в группу метилбензимидазолкарбаматов. Особенностью тиофанатов является то, что в водных растворах они при комнатной температуре легко превращаются в бензимидазолы. Первый фунгицид из этой группы (беномил) был открыт в 1968 году. Фунгицидное действие бензимидазолов и тиофанатов на чувствительность грибов сходно. Все эти вещества в водной среде разлагаются с образованием метилового эфира бензимидазолил-2-карбаминовой кислоты (БМК). Механизм действия бензимидазолов заключается в их способности ингибировать клеточные деления (митозы) у грибов, при этом наиболее чувствительным к ним является растущий мицелий, а не споры. Действующие вещества этой химической группы обладают системными (защитными и лечебными) свойствами. Они ингибируют рост мицелия, развитие ростковых трубок и аппрессориев у грибов. Наиболее широко применяемым действующим веществом из этой группы с 1970 по 1990 годы был беномил. Он обладал значительной персистентностью и, без существенного разложения в почве, сохранялся от полутора до двух лет. Широкий спектр активности действующих веществ из этой химической группы проявляется в их активности против аскомицетов, дейтеромицетов и ряда базидиомицетов, при этом они не действуют на оомицеты и зигомицеты. Устойчивость к одному из представителей бензимидазолов обычно сопровождается перекрёстной устойчивостью гриба к другим соединениям этой группы. Однако, не смотря на это, бензимидазолы являются одной из важнейших групп фунгицидов (Тютерев, 2006, 2010; Захарычев, 2019; FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019).

Пиразол-карбоксамиды по химической структуре являются производными анилина, и называются анилидами. Название карбоксамиды для этих веществ было предложено Комиссией по фунгицидам (FRAC) и

Европейской организацией по защите растений (EPPO). Механизм действия этих соединений состоит в том, что они в клетках гриба тормозят ряд процессов, а именно дыхание, биосинтез нуклеиновых кислот и белка (Тютюрев, 2010; Гришечкина, Силаев, 2017).

По классификации, предложенной Международной комиссией по фунгицидам представители химических групп морфолинов и спирокеталаминов за сходный механизм действия объединены в большую группу аминов ("морфолинов"). Они так же, как и триазолы, ингибируют синтез эргостерина в грибах. Однако, в отличие от триазолов, которые ингибируют в основном окислительное деметилирование ланостерина, морфолины ингибируют превращение фекострина в эристерин. Первым фунгицидом из этой химической группы, известным с 1969 года был додеморф, который имел высокую системную, в том числе искореняющую активность против мучнисторосяных грибов. В этом же году появился второй фунгицид из этой группы - тридеморф, который был предназначен для защиты злаковых культур от мучнистой росы и ржавчины. Через 10 лет был создан ещё один фунгицид - фенпропиморф, оказавшимся более эффективным своего предшественника против листовых патогенов. В связи с тем, что триазолы и морфолины ингибируют разные реакции синтеза эргостерина, перекрёстной резистентности между ними, как правило, не наблюдается и к настоящему времени она мало распространена. Кроме того, в некоторых сочетаниях между фунгицидами из этих двух химических групп наблюдается синергизм фунгицидной активности, и в настоящее время их смеси в большинстве стран мира очень популярны в защите злаковых культур. Препараты на основе спироксамина проявляют профилактическое, лечебное и, в некоторых случаях, - искореняющее действие. Они высокоэффективны против мучнисторосяных грибов, а также различных листовых пятнистостей на широком спектре сельскохозяйственных культур.

Имидазолы, используемые в качестве фунгицидов по механизму действия, не отличаются от производных триазола. Они эффективны в

защите зерновых культур против мучнистой росы, ржавчины, септориоза при использовании их в процессе вегетации, а также в качестве протравителей против пыльной и твёрдой головни, мучнистой росы и корневых гнилей (Тютюрев, 2006; Тютюрев, 2010; Захарычев, 2019; FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019).

Химическая группа хлорнитрилов, представителем которой является несистемный фунгицид хлороталонил, по своему действию связывается с тиолами (в особенности с глутатионом) грибных клеток и нарушает процессы гликолиза и выработки энергии с ингибированием полимеризации микротрубочек. Обладает контактной активностью против широкого спектра грибов из классов *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*, *Oomycetes*. Обычно используется как почвенный фунгицид и в составе комбинированных препаратов. Это действующее вещество впервые было изучено в 1974 году (The Pesticides Manual, 2003; Захарычев, 2019; FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019; CHLOROTHALONIL (081)).

Действующее вещество метрафенон, которое принадлежит к химическому классу бензофенонов селективен в отношении возбудителей мучнистой росы. Предполагается, что действующие вещества из этой химической группы дезорганизуют актиновый цитоскелет. Впервые это действующее вещество изучено в 2014 году (The Pesticides Manual, 2003; Захарычев, 2019; FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019; METRAFENONE (278)).

Проквиназид является представителем химической группы квинозолиноны. Он обладает узким спектром активности и используется для борьбы с настоящей мучнистой росой. В присутствии этого действующего вещества аппрессории патогена нормально не развиваются и инфицирования растений не происходит. До конца механизм действия веществ из этой химической группы пока не изучен (Захарычев, 2019; FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019).

1.3.3 Препараты, применяемые против болезней пшеницы яровой

С изучением эффективности фунгицидов для защиты пшеницы яровой неразрывно связан поиск путей их наиболее эффективного использования. На зерновых культурах использование фунгицидов, в основном, носит профилактический характер.

Обобщённые результаты исследований, проведённые на пшенице яровой в Ленинградской, Воронежской, Саратовской и Волгоградской областях в течение нескольких лет на сортах пшеницы яровой: Аркас, Альбидум 43, Саратовская 42, Саратовская 70, Саратовская 55, Ленинградская 97, Крестьянка, Добрыня, свидетельствуют, что препараты на основе стробулуринов проявляют высокую фунгицидную активность в борьбе с комплексом болезней пшеницы яровой.

Эффективность препарата Оптимо, КЭ на снове пираклостробина составляла порядка 93,0-100% (против мучнистой росы); варьировала в этих же пределах против бурой ржавчины, а против септориоза колоса составила от 60,0 до 91,0%. Комбинированный препарат Амистар Экстра, СК на снове азоксистробина и ципроконазола против мучнистой росы был эффективен на 81,6-100%, против бурой ржавчины - на 96,3-100% и на 99,0% - против септориоза. Трёхкомпонентный препарат Амистар Трио, КЭ, в состав которого входит азоксистробин, пропиконазол и ципроконазол против вышеобозначенных заболеваний соответственно был эффективен на 88,2-100% (мучнистая роса); 95,0-100% (бурая ржавчина) и 79,5-100% (септориоз). Развитие болезней при этом соответственно находилось на уровне: 7,6-62,5%; 4,6-73,0% и 3,0-40,4%. Фунгицид Амистар Экстра, СК способствовал увеличению урожайности пшеницы яровой по отношению к контролю на 9,8%, пшеницы озимой - на 21,0% (Гришечкина, Силаев, Коренюк, 2013; Гришечкина, 2018).

В исследованиях, проведённых в Орловской области на тёмно-серых среднесуглинистых среднекультуренных почвах в 2010-2011 годах на посевах яровой пшеницы сорта Дарья и озимой пшеницы сорта Московская 39, была отмечена высокая биологическая эффективность препаратов Альто Супер, КЭ и Амистар Экстра, СК против мучнистой росы (85,5-100%) в нормах применения соответственно 0,5 и 0,7 л/га при развитии болезни в контроле 17,1-27,6%. Против бурой ржавчины и септориоза листьев эти препараты были эффективны на 58,4-78,7% и 44,5-71,5% при развитии болезней в контроле соответственно 17,8-44,0% и 28,6-89,5%. Их однократное применение в фазу флаг-лист привело к сохранению 10,7-23,6% урожая (Лысенко, Макеева, Прудникова и др., 2012).

Биологическая эффективность препаратов Альто Супер, КЭ, Амистар Экстра, СК и Абакус Ультра, СЭ против септориоза на разных уровнях минерального питания была изучена на озимой пшенице в Ростовской области на обыкновенном карбонатном чернозёме с содержанием гумуса 4,0-4,2%. Для создания различных фонов минерального питания наряду с вариантом без внесения удобрений были заложены опыты по внесению $N_{60}P_{40}K_{40}$ и $N_{120}P_{80}K_{80}$. Было отмечено увеличение развития септориоза при внесении минеральных удобрений от 8,3 до 12,4%. Биологическая эффективность Альто Супер, КЭ против септориоза на озимой пшенице составила 79,5% без внесения удобрений, снижаясь до 69,5-71,8% при их внесении. Эффективность Амистар Экстра, СК практически идентична эффективности Альто Супер, КЭ и составила на разных фонах минерального питания 78,3-68,4-69,4%. Наибольшее защитное воздействие на растения озимой пшеницы оказали фунгициды Амистар Трио, КЭ и Абакус Ультра, СЭ. Биологическая эффективность данных препаратов составила 83,1% и 84,3% без удобрений; 75,8-74,2% и 74,7-76,6% – при внесении минеральных удобрений. Против бурой ржавчины эффективность вышеуказанных препаратов на разных фонах минерального питания так же, как и против септориоза незначительно снижалась. Эффективность препаратов Амистар

Трио, КЭ и Абакус Ультра, СЭ без удобрений была на уровне 81,6-82,5%, снижаясь на разных фонах минерального питания до 71,9-72,7% и 74,9-76,6%. Эффективность препаратов Альто Супер, КЭ и Амистар Экстра, СК без применения минеральных удобрений была примерно одинаковой (76,7-79,6%), снижаясь при их внесении до 67,8-71,9% (Пасько, 2018 а, б).

В. Г. Дорониным, Е. Н. Ледовским и С. В. Кривошеевой (2018) отмечена высокая эффективность препарата Абакус Ультра, СЭ при норме применения 1,5 л/га против бурой ржавчины и мучнистой росы в 2014 и 2016 годах в южной части Западной Сибири на посевах яровой пшеницы сорта Омская 36 на выщелоченном среднесуглинистом чернозёме с содержанием гумуса 6,5-7%. При эпифитотийном развитии бурой ржавчины 54,9-73,7% его эффективность составила 86,5-100,0%. Против мучнистой росы как при умеренном (20,9%), так и при сильном (60,4%) уровне развития болезни препарат также был высокоэффективен (86,6-96,0%). Септориоз в годы проведения исследований по сравнению с мучнистой росой и бурой ржавчиной был менее выражен, и его развитие достигало лишь 8,0-23,2%. При этом препарат Абакус Ультра, СЭ против этого заболевания был эффективен только на 50,0-78,4%. Применение этого препарата позволило сохранить 84,5% урожая.

В опытах, проведённых в Харьковской области (восточная часть Левобережья Украины) в 2013-2015 годах, на пшенице яровой сорта "Спадщина" препарат Амистар Трио, КЭ при однократной обработке против мучнистой росы и септориоза был эффективен соответственно на 70,6 и 72,4%, при двукратной - 87,2 и 88,2%. Его двукратное применение позволило сохранить 18,1-20,0% урожая. Эффективность препарата Альто Супер, КЭ против этих болезней была также выше при проведении двукратной обработки фунгицидом; 81,4% (против мучнистой росы) и 78,1% (против септориоза); при однократной обработке эти показатели были ниже: 64,1 и 62,3%. Величина сохранённого урожая при его двукратном применении составила 12,2-15,6%. Эффективность препарата Амистар Экстра, СК против

мучнистой росы составила при однократном опрыскивании: 56,7%; при двукратном - 74,0%; против септориоза она составила соответственно - 58,6 и 68,7%. Препарат Фоликур, КЭ против мучнистой росы и септориоза при однократном применении был эффективен на 60,7-64,6%, при двукратном - 73,4-75,2%. Развитие мучнистой росы и септориоза в среднем было одинаковым и составило порядка 24,2-29,7% (Туренко, Горяинова, 2016).

Сравнительное изучение эффективности комбинированного препарата Альто Супер, КЭ при норме применения 0,5 л/га против комплекса болезней листьев и колоса было проведено в Саратовской области при обработке пшеницы яровой сорта Саратовская 68 (2011-2012 гг.). Против мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза был эффективен соответственно на 85,0-95,0%, 90,0-100% и 70,0-80,0% при увеличении урожайности относительно контроля на 7,0%. В аналогичных условиях эффективность препарата Амистар Трио, КЭ при норме применения 0,8 л/га против этих патогенов показал эффективность соответственно: по 85,0-95,0% (против мучнистой росы и бурой ржавчины) и 60,0-75% (против септориоза) при увеличении урожайности на 23,8%. Развитие болезней при этом составляло порядка 32,4-56,2% (бурая ржавчина); 20,1-38,7% (мучнистая роса) и 5,8-9,6% (септориоз листьев) (Гришечкина, 2018). Аналогичные данные были получены ранее Е.А. Соколовой (2002)

Изучение биологической эффективности препарата Фалькон, КЭ в Омской области в четырёхпольном севообороте на выщелоченном чернозёме с содержанием гумуса 5-6% при опрыскивании посевов пшеницы яровой в фазе появления флаг-листа при норме применения 0,6 л/га показало его высокую эффективность против мучнистой росы (84,4%), бурой ржавчины (98,1%) и септориоза (94,1%). Его применение приводило к увеличению количества продуктивных стеблей (на 6 шт/м²), числа зёрен в колосе (на 11,1%), массы 1000 зерен и содержания сырой клейковины (на 8 и 5% соответственно). Урожайность пшеницы яровой при обработке этим препаратом по сравнению с контролем возрастала на 22% (Сорока, 2009).

В.В. Павловой, В.А. Кожуховской и Л.Л. Дорофеевой (2002) в более ранних исследованиях была также отмечена высокая эффективность этого препарата против бурой (100%) и стеблевой (97%) ржавчины, а также против септориоза листьев (80%) и колоса (66%) пшеницы озимой сорта Московская низкостебельная. Препарат Фоликур, КЭ на основе тебуконазола против этих болезней показал практически аналогичную эффективность: 100% - против бурой; 98% - стеблевой ржавчины и септориоза листьев (54-84%) и колоса (68-74%). Во всех вариантах опыта была проведена однократная обработка вышеупомянутыми препаратами в максимальных нормах применения в фазах начало колошения - полное колошение. Высокая эффективность препарата Фалькон, КЭ отмечена и в исследованиях Л.Д. Гришечкиной, Г.Ш. Котиковой и Т.И. Милютенковой (2000) в борьбе с комплексной инфекцией пшеницы яровой. Против мучнистой росы, септориоза и бурой ржавчины его эффективность составила 92,9-94,2%, у препарата Тилт, КЭ она была чуть ниже - 85,6-92,5% при развитии болезней в контроле 24,2-53,6%. Такая же тенденция была выявлена и по величине сохранённого урожая: 20,2% (Фалькон, КЭ); 14,6% (Тилт, КЭ).

В результате специальных опытов на растениях зерновых культур, поражённых мучнистой росой, было установлено, что длительность защитного препарата Фалькон, КЭ при 1% поражении сокращается на 10%, при 3% - на 40%, при 10% - на 60%, а при 20% поражении - сокращается на 80% (Дробязко, 2010).

Эффективность препарата Фалькон, КЭ при однократной обработке в максимальной норме применения против мучнистой росы на уровне 90% была отмечена в опытах, проведённых в Курганской на посевах пшеницы яровой сортов Омская 36 и Омская 18 на выщелоченном среднесуглинистом среднегумусном чернозёме. Эффективность препаратов Альто Супер, КЭ и Абакус Ультра, СЭ была на уровне 74,0-78,0% при слабом развитии болезни в контроле 2,6-6,9%. За счёт применения этих препаратов удалось сохранить 19,0-26,0% урожая (Немченко, Кекало, Заргарян, 2015).

1.3.4 Деградация фунгицидов в растениях зерновых культур

Чрезвычайно важной является проблема остаточных количеств пестицидов в растениях и продуктах питания. Данные по динамике разложения этих действующих веществ при их применении на зерновых культурах, а также сведения о факторах, влияющих на скорость разрушения этих соединений в растениях, в отечественной литературе рассматривались мало (Логунова, 2004).

Расширение применения пестицидов выдвинуло задачу обеспечения безопасности их для человека и окружающей среды. В зависимости от фитосанитарной ситуации кратность обработок посевов зерновых культур может достигать 5-6 раз за вегетационный период (Скурьят, Кивачицкая, Атрашкова, 2004). В связи с этим возникла необходимость изучения особенностей поведения пестицидов в растениях, определения потенциальной возможности загрязнения их остаточными количествами зелёной массы, зерна, соломы и почвы (Кивачицкая, 2001; Атрашкова, 2002).

В связи с усложнением характера применения химических средств защиты растений, использования бинарных и многокомпонентных смесей пестицидов изменяется характер поведения пестицидов в окружающей среде. (Ладонин, 1985; Друскельдинов, 1990). Взаимодействие между химическими препаратами может носить синергический, антагонистический характер, или быть аддитивным. (Скурьят, Каволюнайте, Ипатова, 1989).

Степень транслокации и скорость детоксикации пестицидов в растениях в значительной мере зависит от уровня минерального питания. При оптимизации условий питания можно получать продукцию, не содержащую остатков пестицидов (Ладонин, Лунёв, 1985). Применение азотных удобрений задерживает деградацию пестицидов (Блинова, Ушкалова, 1987; Петрова, 1987, 1988, 1990; Ипатова, Жигимонт, Гайчук, 1990; Новожилов, Петрова, 1991).

Н.И. Цимбалист и Ф.И. Копытова (1990) считают, что длительность сохранения Тилта, КЭ не зависело от применения азотных удобрений и гербицидов, а при уборке в зерне он содержался в количестве от 0,001 до 0,007 мг/кг, что не превышало МДУ (0,1 мг/кг).

Содержание остаточных количеств действующих веществ пестицидов существенно зависит от погодных условий и фазы развития обрабатываемого растения (Зыкова, Ипатова, 1987; Спыну, Сова, 1987; Ипатова, Зыкова, 1988; Скурьят, Каволюнайте, Ипатова, 1989; Блинова, 1990; Ипатова, 1990; Ипатова, Жигимонт, Гайчук, 1990; Вавин, 1993).

Применение пестицидов на более поздних этапах онтогенеза растения увеличивает опасность накопления их остаточных количеств выше допустимых уровней, так как сокращается период ожидания от обработки до уборки урожая и снижается возможность разбавления биомассой в процессе роста и развития культуры.

В отличие от протравителей семян периоды ожидания фунгицидов, используемых в период вегетации, от обработки до уборки урожая значительно короче. При применении препарата Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) на озимой пшенице на 30-е сутки после обработки было обнаружено следовое количество пропиконазола. Ципроконазол в пробах не был обнаружен (Скурьят, Кивачицкая, Атрашкова, 2004).

Отмечена тенденция более быстрого разрушения остатков пестицидов в раннеспелых сортах культур по сравнению с позднеспелыми. Это явление объясняют более высокой активностью ферментов, в частности пероксидазы, раннеспелых сортов по сравнению с позднеспелыми (Новожилов, Петрова, 1991).

1.3.5 Действие фунгицидов на функционирование фотосинтетического аппарата зерновых культур

Количество научных работ, рассматривающих вопросы косвенного действия применения фунгицидов в период вегетации на урожайность пшеницы посредством их влияния на физиологические процессы и пигментный состав в растениях этой культуры, не многочисленно. Существует только несколько отечественных и зарубежных работ по этому вопросу. Необходимость проведения такой научной работы была высказана еще в работе Ж.Л. Лукпанова (1973). Он обосновал это тем, что современные химические средства защиты растений, являясь физиологически активными веществами, могут оказывать определённое влияние на растения путём торможения или усиления их физиологических и биохимических процессов.

В исследованиях А.А. Иванова, Н.И. Шабновой, Ю.С. Дунаевой и А.А. Кособрюхова (2013) при обработке фунгицидом Амистар Трио, КЭ (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола) пшеницы сорта Иволга препарат увеличивал длительность функционирования листьев растений с поддержанием повышенной интенсивности фотосинтеза и активности нитратредуктазы и усиливал водный обмен за счёт увеличения скорости транспирации. В течение первых двух недель после обработки фунгицидом интенсивность фотосинтеза снижалась. С уменьшением интенсивности фотосинтеза в листьях, обработанных фунгицидом, снижалось содержание хлорофиллов, которое после 56-х суток выравнивалось в обоих вариантах. В дальнейшем, по содержанию этих пигментов обработанный вариант существенно превосходил контрольный. Таким образом, обработка фунгицидом Амистар Трио, КЭ привела к продлению периода жизни листьев и функционированию их фотосинтетического аппарата. Этот опыт был проведён в условиях отсутствия болезней.

В Орловской области Н.Н. Лысенко, Е.Г. Прудниковой, Н.Л. Хилковой и Е.И. Чекалиным (2011) на производственных посевах пшеницы яровой сорта Дарья в присутствии засухи и болезней было отмечено, что в фазу налива зерна через 5 дней после обработки фунгицидом Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола) различий по эффективности поглощения и использования квантов света хлорофиллом между контролем и опытом не обнаружено. Через 11 дней после обработки произошло увеличение квантового выхода флуоресценции у необработанных растений, что явилось следствием увеличения активности фотосистемы II. В этот период у необработанных растений по показателю фотохимического тушения флуоресценции было отмечено существенно более эффективное использование поглощённых квантов света на фотосинтез в контроле. Такие различия были обоснованы исследователями тем, что в контроле произошло усиление механизмов компенсации и уменьшения ассимилирующей свет поверхности листьев в результате сильного развития болезней, которое на момент учёта составило соответственно: мучнистая роса - 17%, бурая ржавчина - 0,5% и септориоз - 20%. Через 17 дней после обработки произошло заметное уменьшение эффективности использования квантов света хлорофиллов как в опыте, так и в контроле.

Влиянию фунгицида седаксан на физиологические процессы в листьях пшеницы озимой посвящена работа Ю.В. Карпец, Ю.Е. Колупаевой, Т.О. Ястреб и др. (2016). В этой работе было показано, что обработка седаксаном в концентрации 0,1 мг/мл не влияла на рост растений и содержание фотосинтетических пигментов в листьях озимой пшеницы сортов Досконала, Новокиевская и Бунчук при нормальном увлажнении, но способствовала сохранению содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях растений, подвергнутых засухе.

Ранее было изучено влияние применения средств защиты растений на фотосинтетическую активность посевов озимой пшеницы сорта Мироновская 808 в Орловской области. Обработка фунгицидом Тилт, КЭ (250 г/л

пропиконазола) способствовала увеличению продолжительности активной деятельности листьев, и особенно флаг-листа в среднем на 7-9 дней, при этом листовая поверхность сохранялась в этом варианте до конца восковой спелости. Это происходило за счёт подавления инфекционного начала развития болезней. Общий фотосинтетический потенциал за период вегетации при обработке фунгицидом был также выше, чем в вариантах без его применения (Макаров, 1989; Макаров, Коломейченко, 1989). Аналогичные исследования были проведены Н.А. Квасовым (1999) в Ставропольском крае.

В монографии Е.И. Кошкина (2016) приведены общие сведения по физиологическому действию фунгицидов на культурные растения. Ссылаясь на иностранные источники, он публикует промежуточные сведения о действии отдельных групп фунгицидов на состав пигментов в листовом аппарате растений различных культур. Согласно этим выводам, контактные препараты, содержащие медь, негативно влияют на ультраструктуру хлоропластов, вызывая перекисное окисление липидов в их мембранах, что впоследствии приводит к негативному эффекту на световые реакции фотосинтеза, особенно связанные с ФС II, вызывая ингибирование выделения кислорода. У ячменя медь тормозит синтез хлорофилла и его интеграцию в фотосистемы. Стробилурины (в частности пиракlostробин) по сведениям, приведённым в книге этого автора, при применении их на озимой пшенице, не влияя на состав пигментов в листовом аппарате, снижали индекс фотосинтеза и транспирации, но замедляли старение листьев за счёт уменьшения количества активных форм кислорода и содержания этилена в них, удлиняя тем самым период активного фотосинтеза. Это положительно сказывалось на процесс налива зерна. Бензимидазолы ингибируют фотосинтез в растениях многих сельскохозяйственных культур. Вызывая снижение содержания хлорофиллов, дезорганизуя структуру хлоропластов, ингибируя электронный транспорт и инактивируя ФС II, они повышают содержание каротиноидов для включения механизмов фотопротекции,

уменьшая тем самым негативные последствия от применения этой группы препаратов на фотосинтез. При обработке этими фунгицидами наблюдается увеличение флуоресценции хлорофилла. Представители фунгицидов класса триазолы, имеющие разные действующие компоненты, могут, как ингибировать, так и стимулировать фотосинтез при повышении содержания хлорофиллов и внутриклеточной концентрации CO_2 при фотосинтезе. Отмечена также интересная особенность этой группы фунгицидов. Они активируют биосинтез хлорофиллов и ускоряют дифференциацию хлоропластов за счёт увеличения в листьях растений содержания цитокининов. Отдельным пунктом в книге отмечено также, что сохранение листьев зелёными во второй половине вегетации, что положительно сказывается на урожайности, связано не только с их влиянием на физиологические процессы, но и с прямым действием самого препарата, то есть, благодаря подавлению патогенов.

Сведения о влиянии триазоловых фунгицидов на содержание пигментов в листовом аппарате пшеницы содержатся также в монографии В.М. Юрина, А.И. Соколика, А.П. Кудряшова и др. (2011). Ростретардантный эффект при применении триазолов, теоретически, как пишут авторы, должен быть обусловлен увеличением синтеза хлорофиллов после проведения обработок. Однако, было показано, что применение таких фунгицидов приводило к снижению содержания этих пигментов в листьях озимой пшеницы на единицу сухого веса.

В зарубежных источниках вопрос влияния обработок фунгицидами на содержание пигментов в листовом аппарате пшеницы также широко не обсуждался. Существует на сегодняшний день только несколько работ, где затрагивается эта проблема. Например, в работе Agudelo С.А.В. (2014) отмечается значительное повышение содержания хлорофилла при обработке препаратами на основе биксафена (125 г/л) при норме применения 1 л/га; флуоксастробина (100 г/л) при норме применения 2 л/га; протиоконазола (250 г/л) при применении в норме 0,8 л/га и смеси биксафена и

протиоконазола (75+150 г/л) в норме применения 1,25 л/га на всех ярусах листьев озимой пшеницы сорта Ритмо в фазах середина молочной спелости (ВВСН 75) и середина восковой спелости (ВВСН 85). Обработки препаратами на основе спироксамина (500 г/л) в норме применения 0,75 л/га, боскалида (500 г/кг) при применении в норме 1 кг/га и смеси спироксамина и протиоконазола (300+160 г/л) в норме применения 1,25 л/га к существенному изменению в составе пигментов не приводило (Agudelo, 2014). В исследованиях китайских учёных, которые были проведены в 2006, 2007 годах при однократном применении однокомпонентных фунгицидов в фазе 59 по Задоксу (полное колошение), содержащих 375 г/л карбендазима, 125 г/л тебуконазола и 250 г/л азоксистробина было отмечено значительно большее содержание хлорофиллов а и b на флаг-листьях в фазе развития озимой пшеницы 80 по Задоксу (начало восковой спелости) после обработки этими препаратами по отношению к контролю. В более ранние фазы развития растений после обработки значительных различий по содержанию хлорофиллов не наблюдалось (Yan-Jun Zhang, Xiao Zhang, Chang-Jun Chen et al., 2010). Бразильскими учёными было изучено в условиях теплицы влияние двукратной обработки (в стадиях по Задоксу: 30 - начало удлинения стебля и 45 - конец фазы выхода в трубку) комбинированным, зарегистрированным в этом государстве фунгицидом Приори Экстра, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола) на состав фотосинтетических пигментов в растения пшеницы сорта Кварцо. Под действием фунгицида происходило уменьшение количества пигментов в листьях пшеницы (Marques; Balardin; Stefanello et al., 2016). В работе литовских учёных по многоаспектному исследованию фунгицидов на посевах озимой пшеницы на основе действующих веществ из классов триазолы и стробилурины отмечено более высокое содержание хлорофиллов в вариантах с применением препаратов на основе стробилуринов, чем триазолов (Gaurilčikienė, Butkutė, Mankevičienė, 2010). Канадские учёные в своих исследованиях выявили положительное влияние фунгицидов на основе паклобутразола, пропиконазола и тетраконазола на

пигментный состав в пшеничных проростках, предварительно обработанных паракватом. Фунгициды на основе паклобутразола и тетраконазола нивелировали отрицательное действие параквата, увеличивая содержание хлорофиллов и каротиноидов в растениях. Пропиконазол при этом таким эффектом не обладал (Gilley, Fletcher, 1997). Коллективом индийских учёных было выявлено отрицательное влияние высоких доз фунгицидов на основе карбендазима на количество фотосинтетических пигментов в растениях (Rangwala Tasneem, Vafna Angurbala, Maheshwari R.S., 2013).

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Агроклиматические условия мест проведения исследований

Работа выполнена в 2012-2017 гг. в Лаборатории фитотоксикологии и Центре биологической регламентации использования пестицидов ФГБНУ ВИЗР. Полевые опыты закладывали в Северо-Западном регионе Российской Федерации (Ленинградская область), находящимся в I зоне возделывания сельскохозяйственных культур - зоне подзолистых и дерново-подзолистых почв таёжно-лесной области, с суммой активных температур $>10^{\circ}\text{C}$ 1000-2000 и коэффициентом увлажнения $>1,33$ (Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве, 2009). Опыты закладывали в Ленинградской области в четырёх точках с различными почвенно-климатическими условиями и проводимыми агротехническими мероприятиями: в Пушкинском районе на опытном поле ФГБНУ ВИЗР и "Павловской опытной станции ВИР", в Гатчинском районе Ленинградской области: на опытном поле Меньковского филиала Агрофизического НИИ и в хозяйстве ООО "Славянка М".

Северо-Западный федеральный округ РФ, климат которого, не смотря на смягчающее влияние Атлантики, остаётся северным, характеризуется удовлетворительной влагообеспеченностью. Годовое количество осадков составляет в районе 500-650 мм, в том числе за период вегетации 200-300 мм. Сумма активных температур колеблется в пределах от 1212 до 2230°C с продолжительностью периода с такими температурами от 90 до 155 дней (Архипов, Иванов, Данилова и др., 2016).

Расположена Ленинградская область в ландшафтной зоне тайги, и в двух ландшафтных провинциях (Карельской и Двинско-Мезенской тайге) Русской равнины. Переходный климат от морского к континентальному и морские воздушные массы обеспечивают условия для прохождения в регионе сравнительно мягкой зимы с частыми оттепелями и умеренно-тёплого,

иногда прохладного короткого лета. Температура самого холодного месяца января от -7 до -16°C ; самого тёплого месяца июля от $+15$ до $+17,5^{\circ}\text{C}$. Восточные районы являются наиболее холодными, юго-западные — наиболее тёплыми. Количество осадков, составляющее 550—850 мм в год, что превышает величину испаряемости, говорит о том, что территория области располагается в зоне избыточного увлажнения. Постоянный снежный покров, который лежит 120—160 суток, появляется во второй половине ноября — первой половине декабря и сходит во второй половине апреля. Вегетационный период в регионе продолжается около 150—170 суток. Почвы в Ленинградской области преобладают подзолистые и болотного типа. (Биркенгоф, Даринский, Кобяков и др., 1958; Мильков, Гвоздецкий, 1986).

Опыты закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой или суглинистой почве по механическому составу с содержанием гумуса в пахотном слое 2,0-5,1%, $\text{pH}=4,6-6,9$.

В 2012 году на опытном поле ВИЗР (рис. 1) закладку опыта проводили по предшественнику картофель. Удобрения вносили в соответствии с рекомендованными нормами внесения N, P, и K для Нечернозёмной зоны (Методические указания по проведению полевых опытов с удобрениями географической сети..., 1985). Была проведена послевсходовая подкормка нитроаммофоской в норме применения 1,5 ц/га для всех вариантов опытов. В вариантах опытов с применением удобрений проводили двукратное внесение сульфата калия способом полива и двукратную внекорневую подкормку карбамидом в фазу колошения яровой пшеницы в нормах по 0,3 ц/га каждого удобрения на одну подкормку. В 2013, 2014 годах на этом поле предшественником была пшеница яровая. Проводили послевсходовую подкормку нитроаммофоской в норме расхода 3 ц/га для всех вариантов опытов, и однократное внесение сульфата калия способом полива в фазу кущения с однократной внекорневой подкормкой карбамидом в фазу колошения яровой пшеницы в нормах по 0,3 ц/га каждого удобрения на одну

подкормку для вариантов опытов с применением удобрений. Расчёт удобрений проводили под планируемый урожай яровой пшеницы в 25 ц/га. Обработывали почву с 2012 по 2014 год путём зяблевой вспашки и боронованием. В качестве мероприятий по уходу за опытными деланками в эти годы проводили рыхление почвы и удаление сорных растений.



Рисунок 1. Опытное поле ВИЗР (ориг.)

В 2012 году на поле Павловской опытной станции ВИР (рис. 2) предшественником был пар. Почву обрабатывали путём вспашки, дискования, культивации и прикатывания после посева. Удобрения не вносили. В качестве мероприятий по уходу за опытными деланками была проведена послевсходовая обработка посевов в фазу кушения яровой пшеницы гербицидом Банвел, ВР (480 г/л дикамбы (диметиламинной соли)) в норме применения препарата 0,15 л/га. В 2013 году на поле ГНУ Павловской опытной станции ВИР предшественником был овёс. Обработку почвы проводили путём зяблевой вспашки осенью, весной проводили дискование и культивацию почвы перед посевом, прикатывание после

посева. Удобрения не вносили. В фазу кущения яровой пшеницы проводили обработку посевов гербицидом Калибр, ВДГ (500 г/кг тифенсульфурон-метила + 250 г/кг трибенурон-метила) в норме применения препарата 0,03 кг/га.



Рисунок 2. Поле ГНУ Павловской станции ВИР (ориг.)

В 2015 году на территории хозяйства ООО "Славянка-М" опыты были заложены на поле по предшественнику морковь. Удобрений не вносили. Обработывали почву весной дискованием с последующей культивацией. Против однолетних и некоторых многолетних широколистных сорняков была проведена обработка посевов гербицидом Диален Супер, ВР (344 г/л 2,4-Д кислоты + 120 г/л дикамбы кислоты) в норме применения 0,6 л/га. На опытном поле Меньковского филиала Агрофизического НИИ предшественником являлась пшеница озимая. Обработывали почву способами зяблевой вспашки, дискованием с боронованием, а также проводили послепосевное прикатывание. Удобрения были внесены весной. Было проведено предпосевное внесение азофоски из расчёта 125 кг/га, а также проведена подкормка аммиачной селитрой из расчёта 150 кг/га. Против однолетних сорняков была проведена обработка баковой смесью гербицидов Балерина, СЭ (410 г/л 2,4-Д к-ты + 7,4 г/л флорасулама) и Магнум, ВДГ (600 г/кг

метсульфурон-метила) в нормах применения соответственно 0,25 л/га и 5,0 г/га. Против полегания обработали ретардантом Це Це Це 750, ВК (750 г/л хлормекватхлорида) в норме применения 1,0 л/га.

В 2016 году на опытном поле Меньковского филиала Агрофизического НИИ опыты были заложены по предшественнику люпин. Обработывали почву зяблевой вспашкой и боронованием. Были проведены предпосевное внесение азофоски из расчета 125 кг/га по д.в. и подкормка 10%-ным раствором карбамида. Против однолетних сорняков, в т.ч. устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х и некоторых многолетних двудольных сорняков обработки были проведены по аналогии с предыдущим вегетационным сезоном. Против комплекса вредителей посева были обработаны инсектицидом Фастак, КЭ (100 г/л альфа-циперметрина) в норме применения 0,1 л/га, а для предупреждения полегания, повышения урожайности и качества зерна - регулятором роста Моддус, КЭ (250 г/л тринексапак-этила) в норме применения 0,2 л/га. В 2017 году опыты были заложены на посевах пшеницы яровой, посеянной по предшественнику ячмень яровой. Обработка почвы была та же, что и в 2016 году. Удобрений и средств защиты растений не вносили.

Температурные показатели по декадам в период с мая по август за 2012-2017 годы представлены на рисунке 3 и в таблице 1 приложения 1.

Средние многолетние температуры в Ленинградской области в мае обычно варьируют от 8,5 до 12,3⁰С, в июне - от 14,3 до 16,6⁰С, в июле находятся в узких пределах 17,3-17,9⁰С, первая декада августа как правило такая же теплая, как и июль со средней многолетней 17,2⁰С, однако в конце этого месяца происходит понижение температуры до 14,4⁰С. Согласно нижеприведённому рисунку, наиболее типичными для данного региона показателями выдались вегетационные сезоны 2012 и 2016 года. Среднедекадные показатели температуры в эти годы были либо чуть больше средних многолетних, либо на уровне этих показателей. В 2013 и 2014 году среднедекадные показатели температур в основном были выше средних

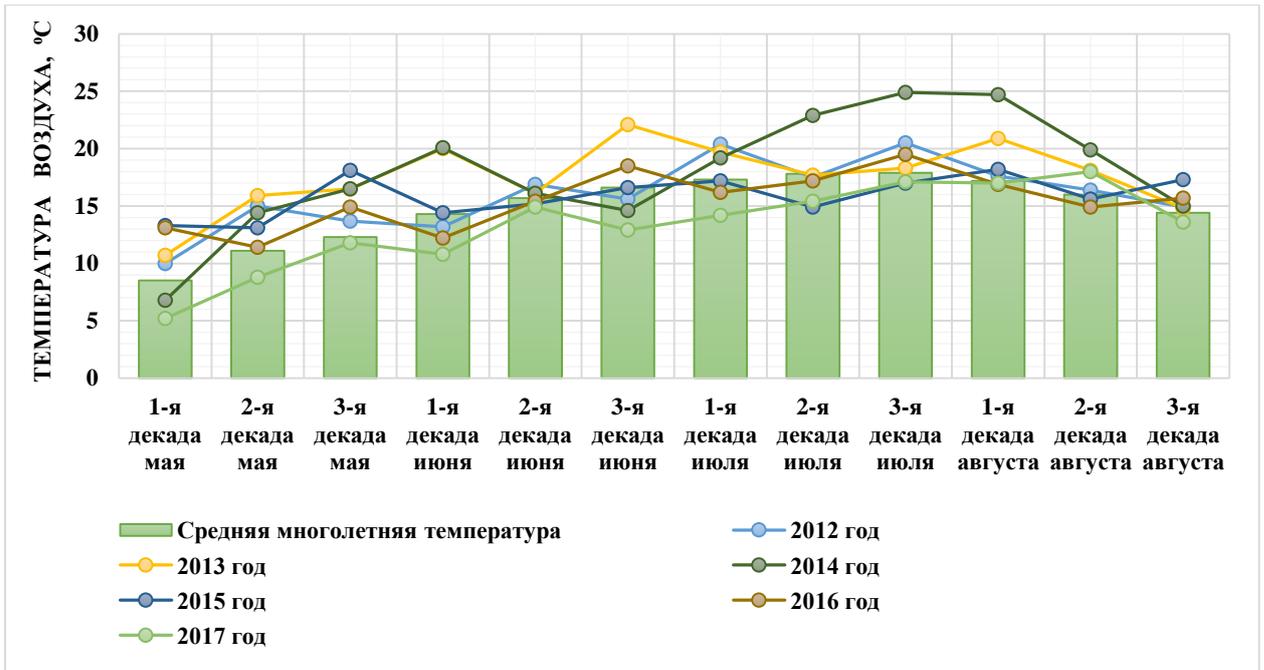


Рисунок 3. Климодиаграмма по среднедекадным показателям температуры в весенне-летний сезон 2012-2017 гг. (по данным метеостанций Меньковского филиала АФИ, Пулковской станции наблюдения Ленинградской области, агрометеостанции ВИР).

многолетних. В 2015 году май оказался более тёплым, чем обычно; однако летний сезон в этом году по среднедекадным показателям был наиболее типичным для Ленинградской области. Самым холодным оказался вегетационный сезон 2017 года. Показатели среднедекадных температур в основном были существенно ниже средних многолетних.

Ситуация по количеству осадков за декады в период с мая по август приведена на рисунке 4 и в таблице 2 приложения 1. По средним многолетним в Ленинградской области самыми влагообеспеченными являются июль, август и 3-я декада июня. В июле выпадает обычно от 21,1-22,7 мм, в августе - 20,4-24,8 мм осадков. Май и июнь обычно достаточно засушливы: в мае выпадает 10,3-14,7 мм осадков, в июне 13,8-17 мм, за исключением 3-й декады последнего, когда в среднем выпадает 24,5 мм осадков. В 2012 году существенное превышение средних многолетних по осадкам было отмечено во 2-й и 3-е декаде мая, а также в 1-й и 3-й декаде августа, при этом 1-е декады мая и июля, а также 2-я декада августа были засушливыми. В 2013 году таких колебаний не отмечалось. Самыми влажными в этот период оказались 2-е декады мая и августа, а также 1-я

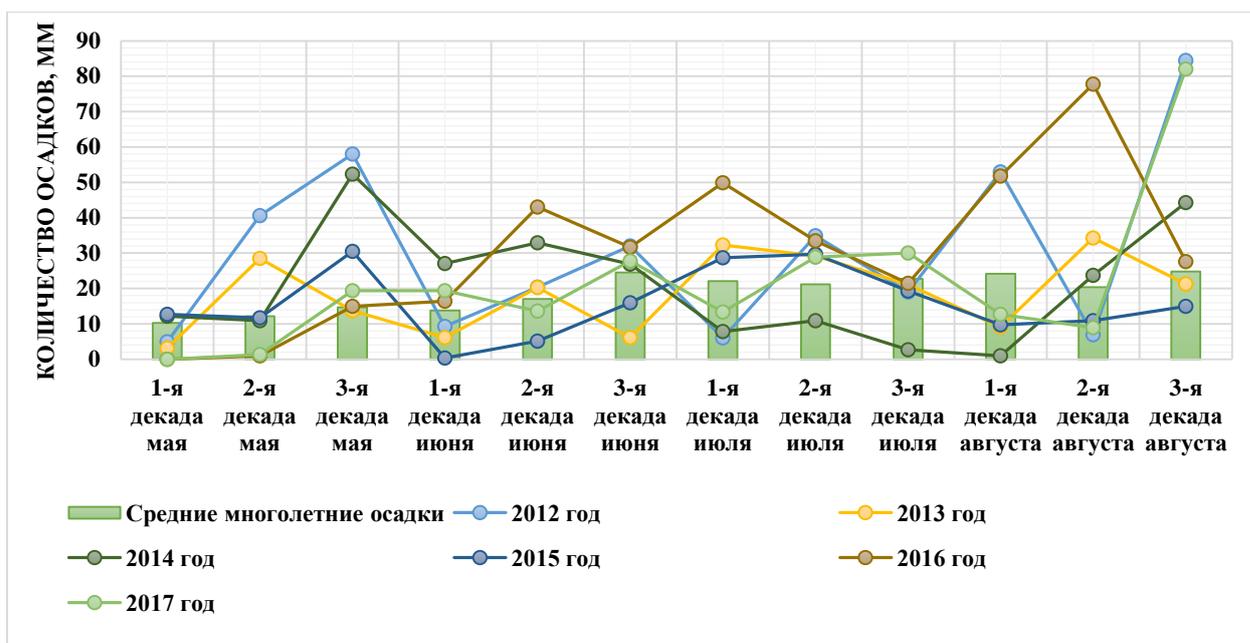


Рисунок 4. Климодиаграмма по среднедекадным показателям количества осадков в весенне-летний сезон 2012-2017 гг. (по данным метеостанций Меньковского филиала АФИ, Пулковской станции наблюдения Ленинградской области, агрометеостанции ВИР).

декада июля, а недостатком влаги характеризовались 1-е декады мая и августа, а также 3-я декада июня. В 2014 году с 3-й декады мая по 2-ю декаду июня, а также в 3-й декаде августа наблюдалось выпадение осадков существенно выше средней многолетней, при этом период с 1-й декады июля и до начала августа включительно выдались засушливыми. В 2015 году в целом переизбытка влаги практически не отмечалось за исключением 3-й декады мая, однако в нём наблюдались два продолжительных засушливых периода в июне и августе. В 2016 году со 2-й декады июня по 2-ю декаду июля и в первых двух декадах августа осадков выпало существенно больше по отношению к средним многолетним показателям, при этом в первых двух декадах мая дождей почти не выпадало. Аналогичная ситуация в мае прослеживалась и в 2017 году. 3-я декада августа в этом вегетационном сезоне была избыточно влажная. В остальные периоды больших различий между фактическим и средними многолетними количеством осадком не наблюдалось.

Климодиаграмма по относительной влажности воздуха за 2012-2017 годы изображена на рисунке 5, которая была построена по данным таблицы 3

приложения 1. Исходя из этого графика, по относительной влажности воздуха существенных отличий по декадам от средних многолетних показателей не наблюдалось.

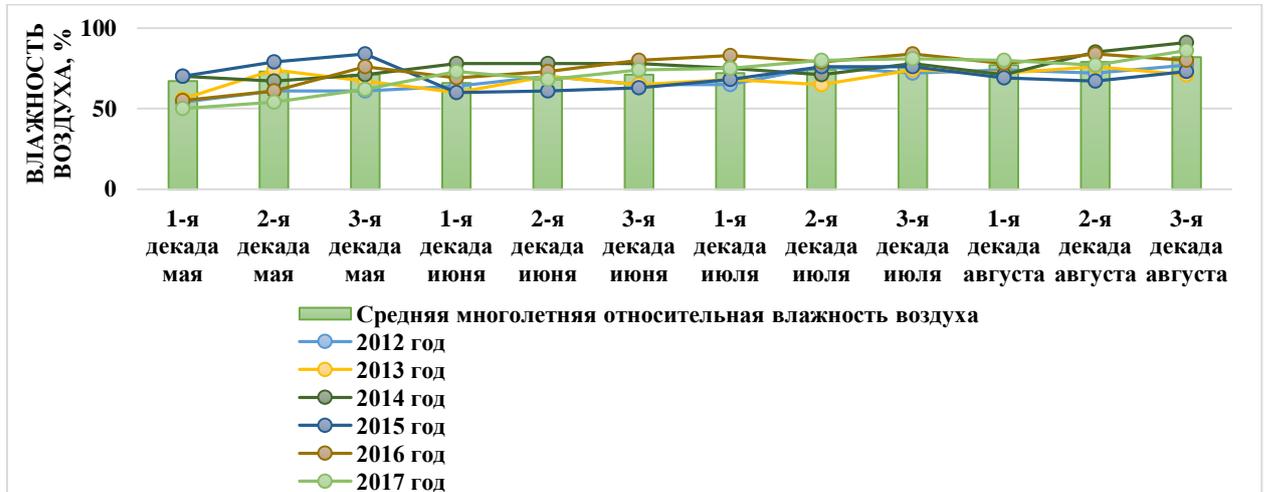


Рисунок 5. Климодиаграмма по среднедекадным показателям относительной влажности воздуха в весенне-летний сезон 2012-2017 гг. (по данным метеостанций Меньковского филиала АФИ, Пулковской станции наблюдения Ленинградской области, агрометеостанции ВИР).

Таким образом, характеристику по годам исследования следует давать исходя из двух наиболее значимых показателя: температуры воздуха и количества осадков в тот или иной период исследования.

В агрометеорологии для оценки условий увлажнения территории используют показатели, представляющие собой отношение прихода влаги (осадков) к её максимально возможному расходу (испаряемости). Наибольшее распространение получил гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК):

$$ГТК = \frac{\sum P}{\sum T_{x > 0,1}}; \text{ где } \sum P - \text{сумма осадков за определённый период; } \sum T -$$

сумма температур выше 10°C за этот же период. Если ГТК > 1,6, то зона увлажнения избыточно влажная, при ГТК 1,3-1,6 – влажная, 1-1,3 – слабо-засушливая, 0,7-1 – засушливая, 0,4-0,7 – очень засушливая, < 0,4 – сухая (Лосев, Журина, 2001).

Суммы активных температур за май-август 2012-2017 гг. представлены на рисунке 6.

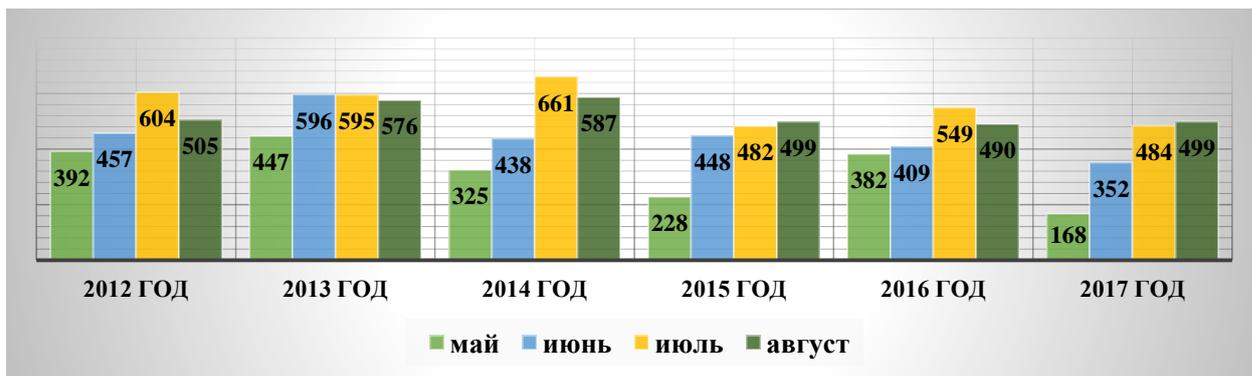


Рисунок 6. Суммы активных температур по месяцам в весенне-летний сезон 2012-2017 гг. (в °С). (по данным сайта погоды <https://rp5.ru> и метеопоста Меньковского филиала АФИ).

Самым тёплыми месяцами в регионе являлись июль и август в период, когда сумма активных температур колебалась от 482 до 661⁰С и от 490 до 587⁰С соответственно. Такая погода являлась наиболее благоприятной для проявления болезней на посевах пшеницы яровой. В наших исследованиях они, как правило, проявлялись во второй половине июня, хотя, были отдельные годы, когда первые признаки заболеваний были отмечены в первых декадах июля, а также второй половине июня (сумма активных температур в этом месяце колебалась от 352 до 596⁰С).

Суммы осадков за май-август 2012-2017 гг. представлены на рисунке 7.

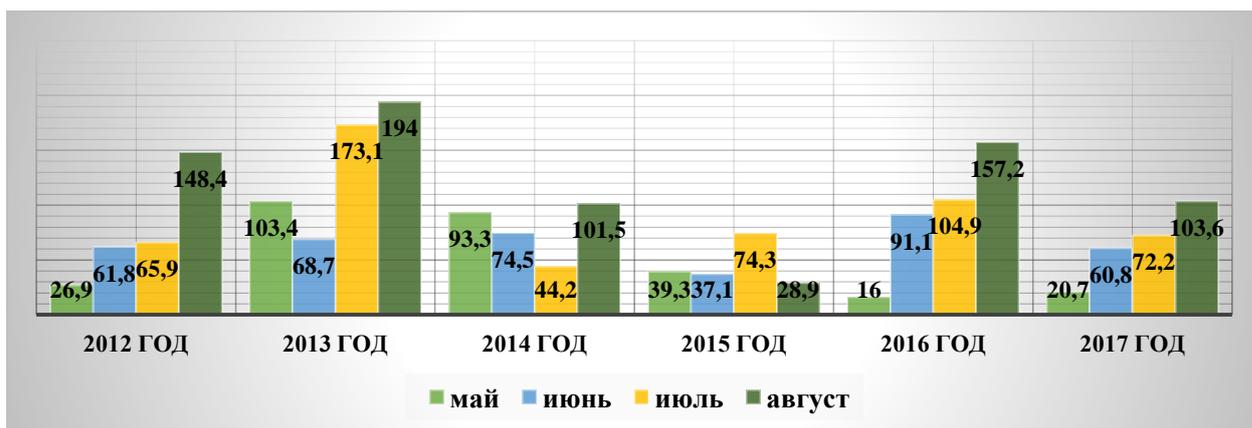


Рисунок 7. Суммарное выпадение осадков по месяцам в весенне-летний сезон 2012-2017 гг. (в мм). (по данным сайта погоды <https://rp5.ru> и метеопоста Меньковского филиала АФИ).

Исходя из данных рисунка 7, в вегетационный период с мая по август в разные годы выпадало разное количество осадков. Наиболее дождливыми чаще всего оказывались июль и август, что способствовало проявлению

заболеваний на посевах пшеницы яровой в этот период. В июне тоже выпадало достаточное количество осадков для обеспечения благоприятных погодных условий для развития болезней в период вегетации.

Суммарные годовичные показатели по температуре и осадкам приведены на рисунке 8.

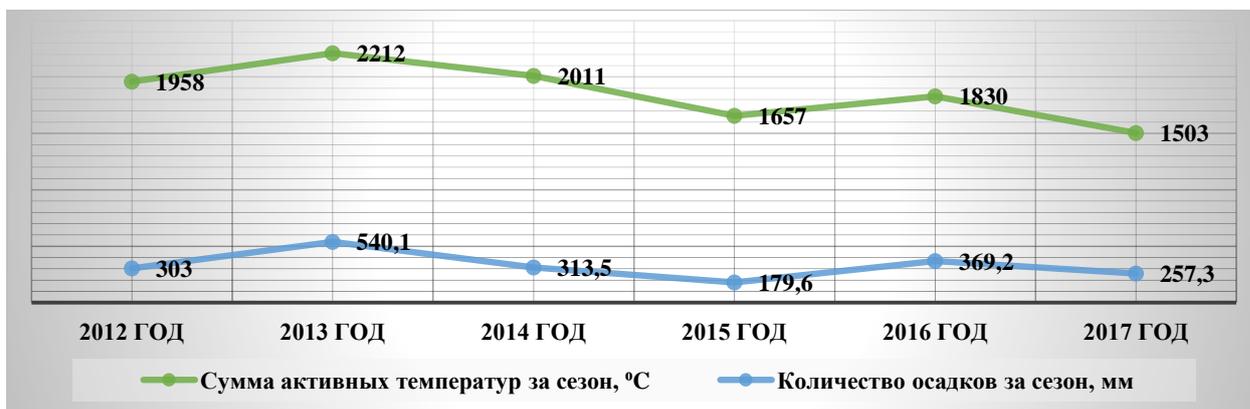


Рисунок 8. Суммарные показатели весенне-летних сезонов 2012-2017 гг.
(по данным сайта погоды <https://gr5.ru> и метеопоста Меньковского филиала АФИ).

На вышеуказанном графике чётко прослеживается связь между суммой активных температур и выпадением осадков в вегетационный период. В годы с наибольшим количеством суммы активных температур выпадало наибольшее количество осадков.

На рисунке 9 представлены данные по ГТК за месяцы и в целом за сезоны с 2012 по 2017 годы.

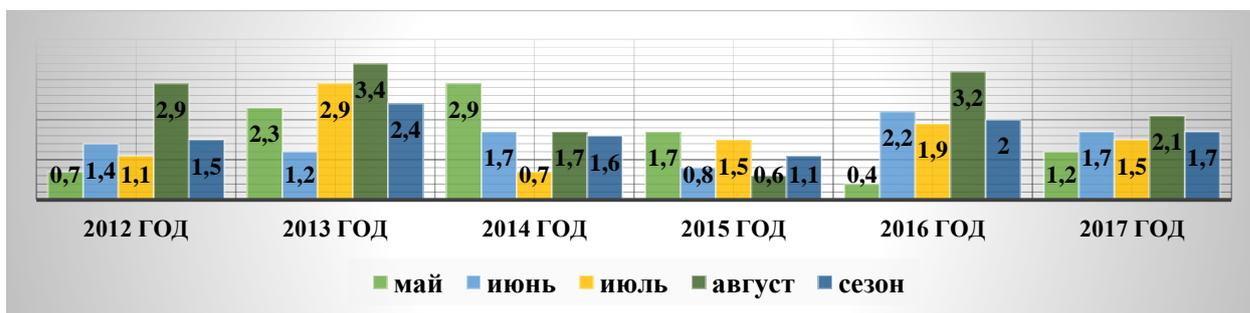


Рисунок 9. ГТК по месяцам в весенне-летний сезон 2012-2017 гг.
(по данным сайта погоды <https://gr5.ru> и метеопоста Меньковского филиала АФИ).

По показателю ГТК исследования по изучению биологической эффективности и безопасности современных фунгицидов на посевах пшеницы яровой были проведены в основном во влажные годы или годы с

избыточным увлажнением (исключение в этом составил только 2015 год). При этом в зоне избыточного увлажнения обычно находился август. Июль, так же, как и июнь по увлажнению год от года отличались по влагообеспеченности, и был от слабозасушливого до избыточно влажного. Таким образом, для развития заболеваний наиболее благоприятным был август, но состав фитопатогенного комплекса год от года определяли погодные условия июня и июля.

ГТК за период с 03.07.2012 по 07.08.2012: $ГТК = 95,9/70 = 1,4$.

ГТК за период с 25.06.2013 по 04.08.2013: $ГТК = 200,1/81,2 = 2,5$.

ГТК за период с 12.07.2014 по 03.08.2014: $ГТК = 31,3/53,4 = 0,6$.

ГТК за период с 22.06.2015 по 10.08.2015: $ГТК = 107/80,2 = 1,3$.

ГТК за период с 22.06.2016 по 25.07.2016: $ГТК = 118,3/51,7 = 2,3$.

ГТК за период с 11.07.2017 по 14.08.2017: $ГТК = 73,9/58,4 = 1,3$.

По показателю ГТК (гидротермический коэффициент) в 2012, 2015 и 2017 годах период с момента проведения первой обработки и до окончания проведения учётов оказался влажным ($ГТК = 1,3-1,4$). В 2013 и 2016 годах ГТК этого периода было больше 1,6 (2,3-2,5), то есть он оказался избыточно влажным. В 2014 году период с момента проведения первой обработки и до окончания проведения учётов оказался очень засушливым ($ГТК = 0,6$).

2.2 Характеристика сортов пшеницы яровой,

взятых в исследование

В опытах были использованы наиболее распространённые районированные, восприимчивые к основным болезням сорта мягкой яровой пшеницы разновидности лютеценс, зарегистрированные в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию за 2014 год (Дарья, Ленинградская 6 и Ленинградская 97) (табл. 2). В качестве критерия отбора сортов для исследования являлась также разница в длительности вегетационного периода яровой пшеницы.

Сорт белорусской селекции Дарья, зарегистрированный в 2006 году для возделывания в Северо-Западном, Центральном и Центрально-Чернозёмном регионах, среднеспелый, вегетационный период его обычно составляет 85-95 дней (<http://www.istokagro.ru/index.php/pshenitsa/82-pshenitsa-yarovaya-darya>). Устойчив к полеганию. Масса 1000 зёрен 33-38 г.

Таблица 2. Степень восприимчивости используемых сортов яровой пшеницы к основным листостеблевым заболеваниям (Шаманин, 2006; <http://www.istokagro.ru/index.php/pshenitsa/82-pshenitsa-yarovaya-darya>; http://lniish.ru/sorts_grain.html)

Сорт	Группы устойчивости к основным листостеблевым заболеваниям (балл устойчивости)		
	Бурая ржавчина	Мучнистая роса	Септориоз
Дарья	Восприимчивый (3)	Среднеустойчивый (5)	Умеренно восприимчивый (4)
Ленинградская 6	Сильновосприимчивый (2)	Сильновосприимчивый (2)	Умеренно восприимчивый (4)
Ленинградская 97	Восприимчивый (3)	Сильновосприимчивый (2)	Сильновосприимчивый (2)

Сорта российской селекции, использованные в опыте, включены в Госреестр только по Северо-Западному региону. Сорт яровой пшеницы Ленинградская 6 зарегистрирован в 2010 году. Он среднеранний, вегетационный период 75-96 дней. Масса 1000 зёрен 31-39 г. Сорт Ленинградская 97 среднеранний, вегетационный период 62-89 дней. Устойчивость к полеганию выше средней. Масса 1000 зёрен 28-35 г (http://lniish.ru/sorts_grain.html).

2.3 Характеристика действующих веществ изучаемых препаратов

В работе использовали препараты на основе 15 действующих веществ из 7 основных химических классов. В таблице 3 описаны основные свойства действующих веществ. Далее приведена дополнительная информация о характеристиках этих действующих веществ, исходя из сведений информационных ресурсов ФАО ООН (Петрова, Нарыкова, 2017). Большинство из них являются системными действующими веществами с

высокой избирательностью, плотностью покрытия, удерживаемостью и перераспределением осадка препарата на растения (Голышин, 1984).

Тиофанат-метил является действующим веществом одной из старейших групп метилбензимидазлкарбаматов, предшественников бензимидазолов. Его фунгицидное действие обусловлено превращением в растениях, грибах и других биологических системах в БМК. Механизм действия этой группы фунгицидов обусловлен ингибированием роста мицелия, развития ростковых трубок и аппресориев у грибов (Тютерев, 2010; Захарычев, 2019). В наших исследованиях это действующее вещество содержал смесевой трёхкомпонентный препарат Ютака, СЭ.

Таблица 3. Основные свойства действующих веществ изученных препаратов (Голышин, 1984; Тютерев, 2010; Захарычев, 2019; The Pesticides Manual, 2003; FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019; DIFENOCONAZOLE (224) - <http://www.fao.org/>)

Название действующего вещества	Химический класс	Начало производства в мире / Регистрация в РФ или СССР	Основные особенности / спектр активности на пшенице яровой
флуксапироксад	пиразол-карбоксамиды	2012 / 2015	Системный фунгицид с профилактическим и лечебным действием. Первоначально создавался как фунгицид для защиты ячменя от патогенов, принадлежащих к видам <i>Pyrenophora</i> , <i>Rhynchosporium</i> , <i>Puccinia</i> и <i>Blumeria</i> .
тиофанат-метил	тиофанаты	1971 / ≈ 1978	Системный фунгицид с защитным и куративным действием. В растениях передвигаются акропетально. Абсорбируется листьями и корнями. Используется на пшенице против широкого спектра патогенов, включая псевдоцеркоспореллу, мучнистую росу, септориоз и фузариоз и т.д.
спироксамин	спирокеталамины	1997 / 2002	Системный фунгицид против ржавчины и мучнистой росы зерновых. Обладает защитным, куративным и искореняющим действием. Легко проникает в ткань листьев с последующим акропетальным продвижением к кончику листа, равномерно распределяясь по всему листу.
азоксистробин	стробилурины	1996 / 2003	Фунгицид с защитным, куративным и искореняющим действием с

			трансламинарными и системными свойствами. Используется для контроля патогенов, резистентных к фениламидам, дикарбоксиамидам и бензимидазолам. На зерновых активен против патогенов из родов <i>Blumeria</i> , <i>Puccinia</i> , <i>Septoria</i> и <i>Pyrenophora</i> .
крезоксим-метил		1996 / 1999	Фунгицид с защитным, куративным и искореняющим действием с продолжительной активностью. Хорошо переносится в газовой фазе листа, распространяя свою активность на необработанные участки листьев. На пшенице активен против патогенов из родов <i>Blumeria</i> , <i>Septoria</i> и <i>Pyrenophora</i> .
пираклостробин		2000 / 2008	Фунгицид с защитными, куративными и трансламинарными свойствами. На пшенице введён, главным образом, для контроля главных патогенов из родов <i>Puccinia</i> , <i>Septoria</i> и <i>Pyrenophora</i> .
флуоксастробин		1999 / 2013	Системный фунгицид с защитными и куративными свойствами. После опрыскивания листьев акропетально передвигается по растению. На зерновых активен против патогенов из родов <i>Blumeria</i> , <i>Puccinia</i> , <i>Septoria</i> и <i>Pyrenophora</i> и др.
дифеноконазол	триазолы	1989 / 1998	Системный фунгицид с превентивным и куративным действием. Хорошо абсорбируется листьями и акропетально переносится по растению с сильной трансламинарной транслокацией. В период вегетации на пшенице яровой проявляет свою активность против патогенов из рода <i>Septoria</i> и <i>Blumeria graminis</i> .
пропиконазол		1980 / до 1986	Сорбируется листьями и стеблями в течение суток и перемещается акропетально, проявляя защитное и лечащее действие, подавляет спорообразование. Проявляет активность в газовой фазе. На пшенице эффективен против <i>Blumeria graminis</i> , видов <i>Puccinia</i> , <i>Septoria</i> и т.д. Продолжительность действия 3-5 недель.
тебуконазол		1988 / 2002	Системный фунгицид с защитным, куративным и искореняющим действием. Быстро проникает в вегетативные части растения с преимущественно акропетальным перемещением по растению. На

			пшенице яровой активен против широкого спектра патогенов, в том числе грибов из родов <i>Blumeria</i> , <i>Puccinia</i> , <i>Septoria</i> и <i>Pyrenophora</i> .
флутриафол		1983 / 1994	Контактный и системный фунгицид с искореняющим и защитным действием. Абсорбируется на листьях, переносится акропетально по ксилеме. Контролирует широкий спектр болезней листьев и колоса, включая виды из родов <i>Blumeria</i> , <i>Puccinia</i> и <i>Septoria</i> .
ципроконазол		1989 / 1994	Системный фунгицид с защитным, куративным и искореняющим действием. Быстро перераспределяется по растению с акропетальной транслокацией. Листовой системный фунгицид для контроля патогенов из родов <i>Blumeria</i> , <i>Puccinia</i> и <i>Septoria</i> .
эпоксиконазол		1993 / 1998	Превентивный и куративный фунгицид для контроля аскомицетов, базидиомицетов и дейтеромицетов на зерновых культурах.
протиоконазол	триазолинтионы	2002 / 2010	Системный фунгицид с защитными, куративным и искореняющим продолжительным действием. На пшенице яровой активен против широкого спектра патогенов, в том числе грибов из родов <i>Blumeria</i> , <i>Puccinia</i> , <i>Septoria</i> и <i>Pyrenophora</i> .
цифлуфенамид	фенилацетамиды	2002 / 2017	Фунгицид для контроля мучнистой росы на пшенице.

Флуксапироксад, являющийся составным компонентом взятого в наши исследования препарата Приаксор Макс, КЭ, принадлежит к группе пиразол-карбоксамидов. Он характеризуется системной активностью, в связи с чем он обладает не только профилактическим, но и лечебным действием. Механизм действия флуксапироксада заключается в ингибировании сукцинат-дегидрогеназы в комплексе II в цепи митохондриального дыхания. По исследованиям BASF это приводит к ингибированию роста гриба, предотвращает выработку энергии для строительства белковых молекул, являющихся необходимыми клеточными компонентами. Флуксапироксад ингибирует прорастание спор, зародышевой трубки, формирования аппресориев и роста мицелия (Тютюрев, 2010; U.S. EPA - Pesticides - Fact Sheet for Fluxapyroxad; 2012; PUBLIC RELEASE SUMMARY on the

Evaluation of the New Active Fluxapyroxad in the Product MBREX Fungicide, 2012; Гришечкина, Силаев, 2017; FLUXAPYROXAD (256) - <http://www.fao.org/>).

Спирокеталамины (спироксамин) являются ингибиторами фермента дельта-7-дельта-8-изомеразы, катализирующего изомеризацию двойной связи кольца В и превращение 4- α -метилфекостерина в 24-метилеленолофенол. В результате действия этого фунгицида наблюдается также накопление токсичных для грибных клеток сквалена и сквален-2,3-эпоксида, что свидетельствует об ингибировании ранних стадий биосинтеза эргостерина (Тютюрев, 2010; Захарычев, 2019). В наших исследованиях это действующее вещество входило в состав трёхкомпонентного препарата Солигор, КЭ.

По химической структуре изученные нами фунгициды из класса аналогов стробилурина принадлежали к 4-м химическим группам: азоксистробин (метоксиакрилаты); пиракlostробин (метоксикарбаматы); крезоксим-метил (оксиминоацетаты); флуоксастробин (дигидродидоксазины) (Тютюрев, 2010; FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019; AZOXYSTROBIN (229) - <http://www.fao.org/>). В наших опытах на основе действующих веществ из группы аналогов стробилуринов было исследовано 5 препаратов на основе 4-х действующих веществ: Оптимо, КЭ и Приаксор Макс, КЭ содержали в своём составе пиракlostробин; Терапевт Про, КС - крезоксим-метил; Амистар Трио, КЭ - азоксистробин и Эвито Т - флуоксастробин.

Дифеноконазол является одним из наиболее широко применяемых фунгицидов из группы триазолов в сельском хозяйстве в России. Пропиконазол широко представлен в ассортименте препаратов, рекомендованных для применения на территории Российской Федерации и, чаще всего, идёт в смеси с другими триазолами. По информации ФАО пропиконазол представляет собой смесь из четырех стереоизомеров, которые разделены на цис- и транс-диастереомеры. Все четыре стереоизомера пропиконазола обеспечивают биологическую активность. Биологическая

активность каждого изомера отличается от патогена к патогену. Широкий спектр и высокий уровень активности пропиконазола является результатом совместной активности всех изомеров (PROPICONAZOLE (160) - <http://www.fao.org/>). Тебуконазол чаще применяется для обработки семян, но есть и фунгициды для опрыскивания растений, содержащие это действующее вещество. Ципроконазол, открытый в 1986 году, чаще всего используют в смеси с другими триазолами, в частности с дифеноконазолом и пропиконазолом, а также в смеси со стробилуринами, например, азоксистробином. Одной из интересных особенностей эпоксиконазола является то, что он обладает сравнительно высокой по сравнению с другими фунгицидами эффективностью против болезней колоса, в том числе фузариоза (Тютерев, 2010). Протиоконазол ранее входил в эту же группу фунгицидов, однако недавно международной организацией FRAC был выделен в группу триазолинтионов (FRAC Code List ©*2018: Fungicides sorted by mode of action, 2018).

В наши исследования взяты фунгициды, среди которых действующие вещества из этой группы присутствуют практически в составе каждого препарата. Дифеноконазол и эпоксиконазол входят в состав препарата Терапевт Про, КС; пропиконазол - в состав препаратов Приаксор Макс, КС, Триада, ККР (в комбинации с тебуконазолом и эпоксиконазолом); Амистар Трио, КЭ (в комбинации с азоксистробином и ципроконазолом), Альто Супер, КЭ и Альто Турбо, КЭ с ципроконазолом; Капелла, МЭ (в комбинации с флутриафолом и дифеноконазолом). Тебуконазол является составным компонентом препарата Фоликур, КЭ, а также идёт в комбинации с протиоконазолом и спироксамином в препарате Солигор, КЭ, с флуоксастробином - в препарате Эвито Т, КС и Ютака, СЭ, где присутствуют ещё два действующих вещества из других химических групп.

Одним из них является цифлуфенамид из группы фенилацетамидов. Цифлуфенамид - это системный фунгицид с длительным профилактическим и выраженным лечебным действием против широкого спектра патогенов

грибной этиологии (FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action, 2019; Определение остаточных количеств цифлупенамида..., 2015). Другим действующим веществом в составе препарата Ютака, СЭ является тиофанат-метил из химической группы тиофанатов, являющихся по механизму действия ингибитором синтеза β -тубулина в клетках гриба. Это действующее вещество ингибирует развитие ростовых трубочек и влияет на формирование аппрессория и рост мицелия (Тютюрев, 2010).

2.4 Методы определения биологической эффективности фунгицидов против основных болезней пшеницы яровой

Оценку биологической эффективности изучаемых фунгицидов проводили в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» (2009).

Опытные участки обрабатывали фунгицидами до появления болезней или при первых признаках их появления с помощью ручного плечевого опрыскивателя «Соло 456» или ручного опрыскивателя «Соло 401».

Мероприятия по уходу за опытными делянками приведены в разделе "Агроклиматические условия мест проведения исследования".

На опытном поле ВИЗР в 2012-2014 годах для сравнительных исследований по определению биологической эффективности закладывали опыты на посевах яровой пшеницы сортов Дарья и Ленинградская 6. Мелкоделяночные опыты были заложены по методу блоков в 4-х-кратной повторности с площадью опытной делянки 1 м². Делянки размещали рендомизировано. Опыты проводили на естественном инфекционном фоне.

В исследование брали препараты, действующие вещества которых принадлежат к двум важнейшим наиболее распространённым группам фунгицидов: триазолам и стробилуринам. Были взяты три однокомпонентных препарата Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола), Тилт, КЭ (250 г/л пропиконазола) и Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола) на основе

действующих веществ из группы триазолов и два комбинированных препарата: Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола) на основе двух триазоловых компонентов, и Амистар Трио, КЭ (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола) - 2-х триазолов с добавлением аналога стробилурина. Эти препараты применяли двукратно в соответствии с регламентами применения, указанными в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых для применения на территории РФ (2012-2014 годы). Схемы опытов приведены в таблице 4.

Таблица 4. Схемы опытов по применению фунгицидов способом двукратного опрыскивания вегетирующих растений против листовых болезней яровой пшеницы (Ленинградская область, Опытное поле ВИЗР, 2012-2014 гг.)***.

№ пп	Название препарата	Норма применения, л/га	Фон минерального питания
Сорт: Ленинградская 6			
1	Фоликур, КЭ*	1,0	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ K ₃₀ **
	Титул 390, ККР	0,26	
	Альто Супер, КЭ	0,5	
	Амистар Трио, КЭ	1,0	
2	Фоликур, КЭ	1,0	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀
	Титул 390, ККР	0,26	
	Альто Супер, КЭ	0,5	
	Амистар Трио, КЭ	1,0	
Сорт: Дарья			
3	Фоликур, КЭ*	1,0	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ K ₃₀ **
	Титул 390, ККР	0,26	
	Альто Супер, КЭ	0,5	
	Амистар Трио, КЭ	1,0	
4	Фоликур, КЭ	1,0	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀
	Титул 390, ККР	0,26	
	Альто Супер, КЭ	0,5	
	Амистар Трио, КЭ	1,0	

Примечания: * - исследования были проведены только в 2013 и 2014 годах

** - в 2012 году кроме внесения основного удобрения в норме N₃₀P₁₅K₁₅ было проведено две внекорневых подкормки по схеме N₃₀K₃₀ + N₃₀K₃₀

*** - обработка двукратная во всех вариантах

В наших дальнейших исследованиях вышеуказанные препараты шли эталонами к новым фунгицидам, эффективность которых нами изучалась для разработки регламентов их применения.

Обработки препаратами при двукратном применении проводили в фазу колошения: 1-е опрыскивание проводили в фазу начала колошения (Z-51), 2-е опрыскивание в фазу появления $\frac{3}{4}$ колоса (Z-57). В 2012 году вместо обработок препаратом Фоликур, КЭ было проведено однократное опрыскивание препаратом Тилт, КЭ (250 г/л пропиконазола) при норме применения 0,5 л/га во время проведения первой обработки другими препаратами. Расход рабочей жидкости 300 л/га.

В 2012 году на посевах яровой пшеницы сорта Ленинградская 97 были заложены опыты по изучению биологической эффективности препаратов Оптим, КЭ (200 г/л пираклостробина) в нормах применения 0,5 и 1,0 л/га; Альто Турбо, КЭ (250 г/л пропиконазола + 160 г/л ципроконазола) в нормах применения 0,3; 0,4 и 0,5 л/га и Терапевт Про, КС (125 г/л крезоксим-метила + 125 г/л эпоксиконазола + 80 г/л дифеноконазола) в нормах применения 0,5; 0,6 и 0,7 л/га. Препаратами Оптим, КЭ и Терапевт Про, КС посеvy пшеницы яровой обрабатывали однократно в фазу начала колошения (Z-51), а препаратом Альто Турбо, КЭ - двукратно: 1-е опрыскивание проводили в фазу начала колошения (Z-51), 2-е опрыскивание в фазу появления $\frac{3}{4}$ колоса (Z-57).

В 2013-м году повторили опыты по изучению биологической эффективности препаратов Оптим, КЭ и Альто Турбо, КЭ. Была также проведена закладка опыта на определение эффективности препарата Триада, ККР (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола) в нормах применения 0,4; 0,5 и 0,6 л/га при его однократном применении во всех трёх дозировках и при его двукратном применении в максимальной дозировке. Обработки при однократном применении проводили в фазу выхода в трубку во время появления флагового листа (Z-37), при двукратном применении: во время появления флагового листа (Z-37) и в фазу начала колошения (Z-51) (рис. 10, 11).

Расход рабочей жидкости 300 л/га. Мелкоделяночные опыты были заложены по методу блоков в 4-х-кратной повторности с площадью опытной

делянки 10 м². Делянки размещали рендомизировано. Опыты проводили на естественном инфекционном фоне.



Рисунок 10. Фаза развития пшеницы яровой (сорт Ленинградская 97) на момент проведения первой обработки - фаза появления флаг-листа - Z - 37 - (ориг.)



Рисунок 11. Фаза развития пшеницы яровой (сорт Ленинградская 97) на момент проведения второй обработки - фаза начала колошения - Z 51 - (ориг.)

В 2014-м году на опытном поле ВИЗР опыты для изучения биологической эффективности новых препаратов по аналогичным схемам опытов с зарегистрированными препаратами. Изучая биологическую эффективность новых препаратов, сравнивали действие их на основные фитопатогены пшеницы яровой в период вегетации. В качестве изучаемых применяли препараты Альто Турбо, КЭ (зарегистрирован в 2014 году), Триада, ККР и Терапевт Про, КС. Препарат Альто Турбо, КЭ применяли двукратно в максимальной норме применения. Два последних в этом списке препарата применяли как двукратно, так и однократно в максимальной норме применения. Схемы опытов по новым препаратам приведены в таблице 5.

Таблица 5. Схемы опытов по применению новых фунгицидов способом опрыскивания вегетирующих растений против листовых болезней яровой пшеницы (Ленинградская область, Опытное поле ВИЗР, 2014 г.)

№ пп	Название препарата	Норма применения, л/га (кратность обработки)	Фон минерального питания
Сорт: Ленинградская 6			
1	Альто Турбо, КЭ	0,5(2)	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ K ₃₀
	Триада, ККР	0,6(1)	
	Триада, ККР	0,6(2)	
	Терапевт Про, КС	0,7(1)	
	Терапевт Про, КС	0,7(2)	
2	Альто Турбо, КЭ	0,5(2)	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀
	Триада, ККР	0,6(1)	
	Триада, ККР	0,6(2)	
	Терапевт Про, КС	0,7(1)	
	Терапевт Про, КС	0,7(2)	
Сорт: Дарья			
3	Альто Турбо, КЭ	0,5(2)	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ K ₃₀
	Триада, ККР	0,6(1)	
	Триада, ККР	0,6(2)	
	Терапевт Про, КС	0,7(1)	
	Терапевт Про, КС	0,7(2)	
4	Альто Турбо, КЭ	0,5(2)	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀
	Триада, ККР	0,6(1)	
	Триада, ККР	0,6(2)	
	Терапевт Про, КС	0,7(1)	
	Терапевт Про, КС	0,7(2)	

Обработки препаратами при двукратном применении проводили в фазу колошения: 1-е опрыскивание проводили в фазу начала колошения (Z-51), 2-е опрыскивание в фазу появления $\frac{3}{4}$ колоса (Z-57), при однократном

опрыскивании - в фазу появления $\frac{3}{4}$ колоса (Z-57). Расход рабочей жидкости 300 л/га.

В 2015 году биологическую эффективность фунгицидов изучали в 2-х местах Ленинградской области. Эффективность препаратов Капелла, МЭ (120 г/л пропиконазола+60 г/л флутриафола+30 г/л дифеноконазола) в нормах применения 0,8; 0,9; 1,0 л/га, Триада, ККР и Титул 390, ККР в нормах применения 0,6 и 0,26 л/га соответственно изучали на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 97 ООО "Славянка-М". Препараты применяли однократно в фазу начала колошения (Z-51).

Эффективность препаратов Эвито Т, КС (180 г/л флуоксастробина+250 г/л тебуконазола), Фоликур, КЭ (250 г/л флуоксастробина) и Солигор, КЭ (224 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л протиоконазола) изучали на опытном поле Меньковского филиала Агрофизического НИИ на посевах пшеницы яровой сорта Дарья. Препарат Эвито Т, КЭ применяли в нормах применения 0,5; 0,7 и 1,0 л/га при однократной обработке, а также при двукратной - в максимальной норме применения; препарат Фоликур, КЭ - при двукратной обработке в норме применения 1,0 л/га и Солигор, КЭ - при однократной обработке в нормах применения 0,4; 0,6 и 0,8 л/га, и при двукратной по схеме - первую обработку проводили в норме применения 0,4 л/га по всем вариантам с двукратным применением, а вторую - в дозировках по аналогии с однократной обработкой. При однократной обработке растения пшеницы яровой обрабатывали в фазу начала колошения (Z-51), а при двукратной: первую проводили в фазу появления флаг-листа (Z 37); вторую - начало колошения (Z 51).

В 2016 году изучали биологическую эффективность 2-х препаратов: Ютака, СЭ (350 г/л тиофанат-метила + 100 г/л тебуконазола + 6,3 г/л цифлufenамида) и Приаксор Макс, КЭ (30 г/л флуксапироксада + 200 г/л пираклостробина + 125 г/л пропиконазола) на посевах пшеницы яровой сорта Дарья на опытном поле Меньковского филиала Агрофизического НИИ. Первый препарат изучали в нормах применения 0,8; 1,0; 1,2 и 1,4 л/га; второй

- в нормах применения 0,5; 0,75; 0,9; 1,0 л/га. Препараты применяли однократно в фазу появления флаг-листа (Z 37).

В 2017 году было продолжено изучение биологической эффективности препарата Приаксор Макс, КЭ в тех же нормах применения и кратности. Посевы пшеницы яровой сорта Дарья на опытном поле Меньковского филиала Агрофизического НИИ обрабатывали в фазу выдвижения колоса (Z 49). Расход рабочей жидкости - 300 л/га.

Биологическая эффективность (Э%) показывает, на сколько процентов данный препарат снижает распространение или развитие болезни по сравнению с контролем (без обработки) (Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве, 2009). Для расчёта этого показателя для всех изучаемых препаратов использовали формулу Аббота, которая включает влияние и других факторов, снижающих болезнь в контроле:

$$Э\% = 100 \times (K - O) / K, \text{ где}$$

Э% - биологическая эффективность; К – развитие (поражённость) болезни в контроле (без обработки); О – развитие (поражённость) болезни в испытываемом варианте после обработки.

Количественный и качественный учёт урожая: учёт урожая проводился в фазе полной спелости зерна путём сплошного обмолота всех растений с каждой опытной делянки. Определялись продуктивный стеблестой, общая масса зерна с делянки, масса зерна с 1 колоса и масса 1000 зёрен.

Развитие болезни определяли в результате визуальных учётов по проценту поражённой листовой поверхности. Вид патогена определяли в результате визуального учёта с дальнейшим его уточнением путём микроскопирования с использованием определителя М.К. Хохрякова (2003) и методического пособия Т.И. Ишковой, Л.И. Берестецкой, Е.Л. Гасич и др. (2008).

2.5 Методы определения остаточных количеств фунгицидов в растениях пшеницы яровой

Отбор проб зелёной массы растений и урожая яровой пшеницы для определения деградации действующих веществ препаратов в полевых условиях проводили согласно Правилам отбора проб сельскохозяйственной продукции для определения микроколичеств пестицидов при проведении регистрационных испытаний пестицидов в Российской Федерации (2002) (табл. 6).

Таблица 6. Отбор проб зерновых культур для определения содержания пестицидов (Правила отбора проб сельскохозяйственной продукции для определения микроколичеств пестицидов при проведении регистрационных испытаний пестицидов в Российской Федерации, 2002)

Исследуемый материал	Способ приготовления средней пробы	Масса средней пробы (кг)	Хранение
Отбор проб для определения содержания пестицидов при уборке урожая (элементы урожая)			
Зерно	При обмолоте снопов взять приблизительно 0,3-0,5 кг зерна с каждой повторности варианта опыта, перемешать, отобрать среднюю пробу.	0,2-0,3	Без замораживания
Солома	Взять 100-200 г соломы с каждой повторности варианта, перемешать и отобрать среднюю пробу.	0,1-0,2	Без замораживания
Отбор проб для изучения динамики разложения пестицидов в растении			
Растение (зелёная масса)	Средняя проба наземной зелёной части растения со всех повторностей варианта опыта.	0,1-0,2	Заморозить
Зерно (колосья)	Начиная с фазы молочной спелости и до полного созревания злаковые делят на колосья и отбирают среднюю пробу.	0,1-0,3	Без замораживания
Солома	Средняя проба	0,1-0,2	Без замораживания

Пробы зелёной массы замораживали при температуре не выше - 18°С. Параллельно с отбором проб отбирали общие контрольные пробы по каждой серии опытов. Отбор образцов проводили с вариантов опытов с максимальной нормой применения изучаемых препаратов при максимальной кратности обработок. Вначале отбирали контрольные образцы, затем - опытные.

В 2013 году пробы на содержание остаточных количеств тебуконазола (препарата Фоликур, КЭ) и пропиконазола (препарата Титул 390, ККР) в однокомпонентных препаратах отбирали по следующей схеме: зелёную массу отбирали в день обработки, на 11-е и 22-е сутки после обработки, а **солому и зерно брали только в урожае.**

В виду того, что для определения использовали более чувствительный прибор, чем заявлен в методике, определение тебуконазола методом газожидкостной хроматографии проводили согласно модифицированной методике. Экстракцию и переэкстракцию тебуконазола проводили согласно «Методическим указаниям по определению Фоликура в растениях, почве и воде методом газожидкостной хроматографии» № 5350-94 (1994). Очистку экстрактов на стеклянной хроматографической колонке проводили согласно МУК 4.1.2067-06 «Методическим указаниям по определению остаточных количеств тебуконазола в семенах, масле и зелёной массе рапса методом газожидкостной хроматографии» (2009). Также подбирали условия хроматографирования для используемого прибора.

Метод основан на определении тебуконазола газохроматографическим способом с азот-фосфорным детектором. Извлечение тебуконазола из растительных проб проводили водным ацетоном, очистку проб осуществляли переэкстракцией в хлористый метилен и на колонке с флорисилом, количественное определение – на газовом хроматографе Agilent 7820 А.

Реактивы и материалы: аналитический стандарт тебуконазола 99,6%; ацетон, ч.д.а., ГОСТ 2603-79; азот газообразный в баллонах с редуктором, ТУ-6-16-40-14-88; бумажные фильтры «красная лента», ТУ 6.091678-86; вода дистиллированная, ГОСТ 6709-79; н-гексан, х.ч., ТУ 2631-003-05807999-98; дихлорметан, х.ч., ТУ 2631-019-44493179-98; натрий серноокислый безводный, ч., ГОСТ 4166-76, свежепрокаленный; вата; флорисил 0,075-0,150 μm (100-200 mesh ASTM) фирмы Merck; этиловый эфир уксусной кислоты, х.ч., ГОСТ 223000-76; элюент для колоночной хроматографии №1: гексан-

этилацетат (90:10 по объёму); элюент для колоночной хроматографии №1: гексан-этилацетат (10:90 по объёму).

Приборы и посуда: газовый хроматограф Agilent 7820 А с азот-фосфорным детектором и капиллярной колонкой HP1; весы аналитические Adventurer™ OHAUS AR 2140; весы лабораторные HCB 1002 AE 758272 Adam Equipment Co., Ltd.; мельница лабораторная зерновая ЛМЗ, ТУ 1-01-0593-79; ультразвуковая ванна "Сапфир" ТТЦ (РМД), 2,8 л; ротационный испаритель вакуумный Rotavapor – R-215 с нагревательной баней В-491 (230 В) компании-производителя Büchi; вакуумный насос V-700 компании-производителя Büchi с вакуумным контроллером V-850; прибор для параллельного упаривания 12 образцов Multivapor™ компании-производителя Büchi; колбы плоскодонные на шлифах Кн-1-250 29/32 ТС, ГОСТ 25 336-82; колбы круглодонные на шлифах КШ-1-100 29/32 ТС, ГОСТ 8682-93; воронки лабораторные В-75-110, ГОСТ 25 336-82; воронки лабораторные В-100-150, ГОСТ 25 336-82; воронки делительные ВД-3-250, ГОСТ 25 336-82; цилиндры мерные на 100 см³, ГОСТ 1774-74; колбы мерные на 25, 50, 100 см³, ГОСТ 1770-74; дозатор ВЮНИТ 720000 объёмом 0,5-10 мкл; дозатор ВЮНИТ 720060 объёмом 100-1000 мкл; дозатор ВЮНИТ 720110 объёмом 1000-5000 мкл; механические диспенсеры Biohit Prodispenser Proline объёмом дозирования от 5 до 50 мл; колонка стеклянная хроматографическая длиной 25 см, диаметром 10 мм.

Растворители, используемые для анализа, специальной подготовки не требовали.

Приготовление стандартного и градуировочных растворов: брали точную навеску тебуконазола (50 мг), перенесли в колбу на 50 мл, ацетоном доводили до метки (стандартный раствор с концентрацией 1 мкг/мл. Методом последовательного разбавления приготовили градуировочные растворы с концентрациями 0,2; 0,5; 1; 2; 5, 10 мкг/мл.

Построение градуировочного графика: для построения градуировочного графика (высота и площадь пика – концентрация

тебуконазола в растворе) в хроматограф вводили по 1 мкл градуировочных растворов (не менее 3-х параллельных измерений для каждой концентрации, не менее 4-х точек по диапазону измеряемых концентраций), измеряли высоты и площади пиков и строили график зависимости среднего значения высоты (площади) пика от концентрации тебуконазола в градуировочном растворе (мкг/мл).

Подготовка колонки с флорисилом для очистки экстракта: в нижнюю часть стеклянной колонки длиной 25 см и внутренним диаметром 1 см помещали тампон из ваты и вносили 4 г флорисила, покрывая верхний слой сорбента слоем безводного сернокислого натрия высотой 1 см. Колонку промывали 20 мл смеси гексан : этилацетат (1:1, по объёму) со скоростью 1-2 капли в секунду. Дали растворителю стечь до верхнего края безводного сернокислого натрия, после чего она была готова к работе.

Проверка хроматографического поведения тебуконазола на колонке с флорисилом: в круглодонную колбу ёмкостью 10 мл отобрали 1 мл стандартного раствора тебуконазола с концентрацией 5 мкг/мл. Отдували растворитель током тёплого воздуха, остаток растворяли в 2 мл смеси гексан : этилацетат (1:1) и вносили на колонку. Колбу обмывали ещё 2 мл этой смеси и также вносили на колонку. Затем последовательно промывали колонку 20 мл гексана и 10 мл элюента №1. Далее элюировали тебуконазол 40 мл элюента №2 со скоростью 1-2 капли в секунду. Отбирали фракции по 10 мл каждую, упаривали досуха, остаток растворяли в 2-х мл гексана и анализировали на содержание тебуконазола. Фракции, содержащие тебуконазол, объединяли, упаривали досуха, остаток растворяли в 2 мл гексана и анализировали. Рассчитывали содержание тебуконазола в элюате, определяя полноту вымывания вещества из колонки и необходимый для этого объём элюента.

Подготовка приборов и средств измерения проводилась в соответствии с требованиями технической документации.

Экстракция тебуконазола из зерна, соломы и зелёной массы зерновых: навеску зерна (25 г), соломы (5 г) и зелёной массы (10 г) заливали 50-75 мл смеси ацетон : вода (1:1), экстрагировали тебуконазол на ультразвуковой бане в течение 10 минут при температуре 20°C. Экстракт фильтровали через бумажный фильтр "красная лента". Фильтрат перенесли в делительную воронку и проводили переэкстракцию тебуконазола 30 мл хлористого метилена. Переэкстракцию повторяли трижды. Дихлорметановые фракции отделяли, сушили через безводный сернокислый натрий, объединяли и упаривали на ротаторном испарителе до сухого остатка.

Очистка экстрактов на колонке с флорисилом: остаток в колбе, полученный при упаривании очищенных зелёной массы, соломы и зерна зерновых количественно переносили двумя порциями по 2 мл смеси гексан : этилацетат (1:1, по объёму) в кондиционированную хроматографическую колонку. Промывали колонку 20 мл гексана, которые отбрасывали, затем 10 мл элюента №1, которые тоже отбрасывали. Тебуконазол элюировали 25 мл элюента № 2 (гексан : этилацетат 1:9). Весь элюат собирали в пробирки для упаривания компании Büchi ёмкостью 50 мл. Раствор выпаривали досуха на приборе для параллельного упаривания 12 образцов MultivaporTM компании-производителя Büchi при температуре бани не выше 50°C. Сухой остаток растворяли в 2 мл гексана и 1 мкл вводили в хроматограф.

Условия хроматографирования:

1. Газовый хроматограф Agilent 7820 А с азот-фосфорным детектором;
2. Колонка капиллярная HP1 30 м x 320 мкм, 0,25 мкм – толщина плёнки поперечношитого фенилметилсиликона;
3. Температура колонки - 120°C – 1 мин., до 280°C скорость поднятия температуры 20 °C/мин., 5 мин. при 280 °C, испарителя - 260°C, детектора - 320°C;
4. Объём продувочный – 20 мл/мин в сплитерном режиме, в бессплитерном режиме 0,8 мл/мин., деление потока 1/2;
5. Скорость потока – 1 см³/мин;

6. Скорость газа-носителя (азот) через колонку – 5 см³/мин.;
7. Скорость водорода – 4 мл/мин.; воздуха - 60 мл/мин;
8. Объём вводимой пробы - 1 мкл;
9. Время удерживания тебуконазола – 10,7 мин.;
10. Линейный диапазон детектирования – 0,2-10 нг.

Количественное определение проводили методом абсолютной градуировки, содержание тебуконазола в зелёной массе, соломе и зерне зерновых (X мг/кг) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{H_2 \times C_x \times V_2}{H_1 \times P_x \times V_1};$$

где H₁ - высота (площадь) пика тебуконазола в стандартном растворе, мм;

H₂ - высота (площадь) пика тебуконазола в анализируемой пробе, мм;

V₁ - объём экстракта, введённый в хроматограф, мкл;

V₂ - объём анализируемого экстракта, мл;

C - концентрация тебуконазола в стандартном растворе, мкг/мл;

P - навеска анализируемого образца, г.

Содержание остаточных количеств тебуконазола в анализируемом образце вычисляли как среднее из 2-х параллельных определений. Образцы, дающие пики большие, чем стандартный раствор тебуконазола 10 мкг/мл разбавляли.

Для определения пропиконазола также использовали более чувствительный прибор, чем заявлен в методике. Поэтому его определение методом газожидкостной хроматографии также проводили согласно модифицированной методике.

Экстракцию и переэкстракцию пропиконазола проводили согласно «Методическим указаниям по определению Тилта в растениях, почве и воде методом газожидкостной хроматографии» № 3190-85 (1992). Очистку экстрактов проводили на стеклянной хроматографической колонке с силикагелем согласно МУК 4.1.2592-10 «Методическим указаниям по

определению остаточных количеств пропиконазола в ягодах винограда и виноградном соке, зелёной массе, семенах и масле рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» (2010). Также подбирали условия хроматографирования для используемого прибора.

Метод основан на определении пропиконазола газохроматографическим способом с азот-фосфорным детектором. Извлечение пропиконазола из растительных проб проводили водным ацетоном, очистку проб осуществляли переэкстракцией в н-гексан и на колонке с силикагелем, количественное определение – на газовом хроматографе Agilent 7820 А.

Реактивы и материалы: аналитический стандарт пропиконазола 99,6%; ацетон, ч.д.а., ГОСТ 2603-79; азот газообразный в баллонах с редуктором, ТУ-6-16-40-14-88; бумажные фильтры «красная лента», ТУ 6.091678-86; вода дистиллированная, ГОСТ 6709-79; н-гексан, х.ч., ТУ 2631-003-05807999-98; натрий сернокислый безводный, ч., ГОСТ 4166-76, свежепрокаленный; вата; силикагель 0,063-0,2 μm для адсорбционной хроматографии I степени активности фирмы Merck; элюент для колоночной хроматографии: гексан-ацетон (80:20 по объёму).

Приборы и посуда: газовый хроматограф Agilent 7820 А с азот-фосфорным детектором и капиллярной колонкой HP1; весы аналитические Adventurer™ OHAUS AR 2140; весы лабораторные HCB 1002 AE 758272 Adam Equipment Co., Ltd.; мельница лабораторная зерновая ЛМЗ, ТУ 1-01-0593-79; ультразвуковая ванна "Сапфир" ТТЦ (РМД), 2,8 л; ротационный испаритель вакуумный Rotavapor – R-215 с нагревательной баней В-491 (230 В) компании-производителя Büchi; вакуумный насос V-700 компании-производителя Büchi с вакуумным контроллером V-850; прибор для параллельного упаривания 12 образцов Multivapor™ компании-производителя Büchi; колбы плоскодонные на шлифах Кн-1-250 29/32 ТС, ГОСТ 25 336-82; колбы круглодонные на шлифах КШ-1-100 29/32 ТС, ГОСТ 8682-93; воронки лабораторные В-75-110, ГОСТ 25 336-82; воронки лабораторные В-100-150, ГОСТ 25 336-82; воронки делительные ВД-3-250,

ГОСТ 25 336-82; цилиндры мерные на 100 см³, ГОСТ 1774-74; колбы мерные на 25, 50, 100 см³, ГОСТ 1770-74; дозатор ВЮНІТ 720000 объёмом 0,5-10 мкл; дозатор ВЮНІТ 720060 объёмом 100-1000 мкл; дозатор ВЮНІТ 720110 объёмом 1000-5000 мкл; механические диспенсеры Biohit Prodispenser Proline объёмом дозирования от 5 до 50 мл; колонка стеклянная хроматографическая длиной 25 см, диаметром 10 мм.

Растворители, используемые для анализа, специальной подготовки не требовали.

Приготовление стандартного и градуировочных растворов: брали точную навеску пропиконазола (50 мг), перенесли в колбу на 50 мл, ацетоном доводили до метки (стандартный раствор с концентрацией 1 мкг/мл. Методом последовательного разбавления н-гексаном приготовили градуировочные растворы с концентрациями 0,2; 0,5; 1; 2; 5, 10 мкг/мл.

Построение градуировочного графика: для построения градуировочного графика (высота и площадь пика – концентрация пропиконазола в растворе) в хроматограф вводили по 1 мкл градуировочных растворов (не менее 3-х параллельных измерений для каждой концентрации, не менее 4-х точек по диапазону измеряемых концентраций), измеряли высоты и площади пиков и строили график зависимости среднего значения высоты (площади) пика от концентрации пропиконазола в градуировочном растворе (мкг/мл).

Подготовка колонки с силикагелем для очистки экстракта: в нижнюю часть стеклянной колонки длиной 25 см и внутренним диаметром 1 см помещали тампон из ваты и вносили 2 г силикагеля, покрывая верхний слой сорбента слоем безводного сернокислого натрия высотой 1 см. Колонку промывали 20 мл смеси гексана со скоростью 1-2 капли в секунду. Дали растворителю стечь до верхнего края безводного сернокислого натрия, после чего она была готова к работе.

Проверка хроматографического поведения пропиконазола на колонке с флорисилом: в круглодонную колбу ёмкостью 10 мл отобрали 1

мл стандартного раствора пропиконазола с концентрацией 5 мкг/мл. Отдували растворитель током тёплого воздуха, остаток растворяли в 2 мл гексана и вносили на колонку. Колбу обмывали ещё 2 мл гексана и также вносили на колонку. Затем последовательно промывали колонку 20 мл гексана и 10 мл элюента гексан : ацетон (80:20). Далее элюировали пропиконазол 40 мл элюента гексан : ацетон (80:20) со скоростью 1-2 капли в секунду. Отбирали фракции по 10 мл каждую, упаривали досуха, остаток растворяли в 2-х мл гексана и анализировали на содержание пропиконазола. Фракции, содержащие пропиконазол, объединяли, упаривали досуха, остаток растворяли в 2 мл гексана и анализировали. Рассчитывали содержание пропиконазола в элюате, определяя полноту вымывания вещества из колонки и необходимый для этого объём элюента.

Экстракция пропиконазола из зерна, соломы и зелёной массы зерновых: навеску зерна (20 г), соломы (5 г) и зелёной массы (10 г) заливали 50-75 мл смеси ацетон : вода (1:1), экстрагировали пропиконазол на ультразвуковой бане в течение 10 минут при температуре 20°C. Экстракт фильтровали через бумажный фильтр "красная лента". Фильтрат перенесли в делительную воронку и проводили переэкстракцию пропиконазола 50 мл н-гексана. Переэкстракцию повторяли трижды. Гексановые фракции отделяли, сушили через безводный сернокислый натрий, объединяли и упаривали на роторном испарителе до сухого остатка.

Очистка экстрактов на колонке с силикагелем: остаток в колбе, полученный при упаривании очищенных зелёной массы, соломы и зерна зерновых количественно переносили двумя порциями по 2 мл гексана в кондиционированную хроматографическую колонку. Промывали колонку 20 мл гексана, которые отбрасывали, затем 10 мл элюента гексан : ацетон (80:20), которые тоже отбрасывали. Пропиконазол элюировали 25 мл элюента гексан : ацетон (80:20). Весь элюат собирали в пробирки для упаривания компании Büchi ёмкостью 50 мл. Раствор выпаривали досуха на приборе для параллельного упаривания 12 образцов MultivaporTM компании-

производителя Büchi при температуре бани не выше 50°C. Сухой остаток растворяли в 2 мл гексана и 1 мкл вводили в хроматограф.

Условия хроматографирования:

1. Газовый хроматограф Agilent 7820 А с азот-фосфорным детектором;
2. Колонка капиллярная HP-5 30 м x 320 мкм, 0,25 мкм – толщина плёнки поперечношитого фенилметилсилоксана;
3. Температура колонки - 120°C – 1 мин., до 280°C скорость поднятия температуры 20 °C/мин., 5 мин. при 280 °C, испарителя - 260°C, детектора - 320°C;
4. Объём продувочный – 60 мл/мин в сплитерном режиме, в бессплитерном режиме 0,7 мл/мин., разделение потока 1/2;
5. Скорость потока – 1 см³/мин;
6. Скорость газа-носителя (азот) через колонку – 5 см³/мин;
7. Скорость водорода – 4 мл/мин.; воздуха - 60 мл/мин;
8. Объём вводимой пробы - 1 мкл;
9. Время удерживания пропиконазола – 10,4-10,5 мин;
10. Линейный диапазон детектирования – 0,2-10 нг.

Количественное определение проводили методом абсолютной градуировки, содержание пропиконазола в зелёной массе, соломе и зерне зерновых (X мг/кг) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{H_2 \times C_x \times V_2}{H_1 \times P_x \times V_1};$$

где H₁ - высота (площадь) пика пропиконазола в стандартном растворе, мм;

H₂ - высота (площадь) пика пропиконазола в анализируемой пробе, мм;

V₁ - объём экстракта, введённый в хроматограф, мкл;

V₂ - объём анализируемого экстракта, мл;

C - концентрация пропиконазола в стандартном растворе, нг/мл;

P - навеска анализируемого образца, г.

Содержание остаточных количеств тебуконазола в анализируемом образце вычисляли как среднее из 2-х параллельных определений. Образцы, дающие пики большие, чем стандартный раствор пропиконазола 10 мкг/мл разбавляли.

Для изучения зависимости динамики деградации действующих веществ препаратов Оптим, КЭ; Терапевт Про, КС; Триада, ККР и Приаксор Макс, КС от погодных условий пробы на остаточные количества нами были отобраны также с обработанных ими посевов пшеницы в южных регионах Российской Федерации.

Изучение динамики остаточных количеств пираклостробина при однократной обработке фунгицидом Оптим, КЭ (200 г/л пираклостробина) с рекомендуемой нормой применения 1,0 л/га проводили в Московской области на посевах озимой и в Волгоградской области – на посевах яровой пшеницы в 2012 году. Пробы зелёной массы отбирали в день обработки, на 10-е, 20-е и 30-е сутки после обработки **и солому и зерно отбирали только в урожае**. В Московской области отбор проб проводили на посевах озимой пшеницы сорта Московская 39. В Волгоградской области опыты для отбора проб на остаточные количества пираклостробина были заложены на посевах пшеницы яровой сорта Саратовская 66.

Анализ образцов на содержание пираклостробина проводили в соответствии с «Методическими указаниями по определению остаточных количеств пираклостробина в зерне, соломе и зелёной массе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» МУК 4.1.1974-05 (2007). Предел обнаружения пираклостробина в зерне и соломе 0,02 мг/кг.

Количественное определение пираклостробина проводили на ультра-эффективном жидкостном хроматографе "ACQUITY" фирмы «Waters» с быстро-сканирующим УФ детектором, снабженном дегазатором, автоматическим пробоотборником и термостатом колонки. Колонка ACQUITY UPLC BEH C-18, (100x2,1) мм, 1,7 мкм (Waters). Температура

колонок $30\pm 1^{\circ}\text{C}$. Подвижная фаза: ацетонитрил – 0,005М ортофосфорная кислота в соотношении 65:35. Скорость потока элюента: 0,2 мл/мин. Рабочая длина волны 275 нм. Объем вводимой пробы 10 мкл. **МДУ пираклостробина в зерне хлебных злаков 0,5 мг/кг.**

Динамику остаточных количеств препарата Терапевт Про, КС (125 г/л крезоксим-метила + 125 г/л эпоксиконазола + 80 г/л дифеноконазола) изучали при двукратной обработке в норме применения 0,7 л/га. В Московской и Ростовской области пробы отбирали с посевов озимой пшеницы, а в Саратовской области - яровой пшеницы в 2012 году. Пробы зелёной массы отбирали в день 2-й обработки, на 14-е, 28-е, 40-е и 50-е сутки после окончания обработок; **солому и зерно - только в урожае** (отбирали в одно и то же время). Условия проведения опытов в Московской области были аналогичным, как и по препарату Оптимо, КЭ. В Саратовской области пробы отбирали с посевов яровой пшеницы сорта Саратовская 68. В Ростовской области пробы отбирали на посевах озимой пшеницы сорта Памяти Федина по паровому предшественнику. Опыт проводили в условиях засухи с начала апреля по конец мая. Дождей в этот период практически не было.

Анализ образцов на содержание крезоксим-метила проводили согласно методическим указаниям «Определение остаточных количеств крезоксим-метила в зеленой массе, зерне и соломе зерновых культур, ботве и корнеплодах свеклы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», МУК 4.1.3055—13 (2013).

Количественное определение крезоксим-метила проводили на ультраэффективном жидкостном хроматографе «ACQUITY» фирмы Waters с быстросканирующим УФ детектором, снабженный дегазатором, автоматическим пробоотборником и термостатом колонки. Аналитическая колонка ACQUITY UPLC BEH C18 (2,1 x 100) мм, 1,7 мкм (Waters). Температура колонки $30\pm 1^{\circ}\text{C}$. Подвижная фаза: смесь ацетонитрила и 0,005 М ортофосфорной кислоты в соотношении 50:50. Скорость потока

элюента 0,2 см³/мин. Рабочая длина волны УФ-детектора 230 нм. Объем вводимой пробы 10 мм³. **МДУ крезоксим-метила в зерне хлебных злаков 0,1 мг/кг.**

Анализ образцов на содержание эпоксиконазола проводили в соответствии с «Методическими указаниями по определению остаточных количеств эпоксиконазола в воде, почве, зерне, соломе и зеленой массе хлебных злаков методом газожидкостной хроматографии» МУК 4.1.1412-03 (2005). Предел обнаружения эпоксиконазола в зерне, соломе и зеленой массе 0,05 мг/кг.

Количественное определение эпоксиконазола проводили на хроматографе "Кристалл 2000М" с ДЭЗ, колонка кварцевая капиллярная длиной 29 м, диаметром 0,32 мм с неподвижной фазой НР-1 (0,25 мкм). Температура колонки 240°С, испарителя 250°С, детектора 310°С, расход газа-носителя через колонку (азот) 0,9 см³/мин, (деление потока 1:50). Хроматографируемый объем 1 мкл. МДУ эпоксиконазола в зерне хлебных злаков 0,2 мг/кг.

Анализ образцов на содержание дифеноконазола проводили в соответствии с методическими указаниями «Определение остаточных количеств дифеноконазола в воде, зерне и соломе зерновых колосовых злаков методом газожидкостной хроматографии», МУК 4.1.1946-05 (2009).

Количественное определение дифеноконазола проводили на хроматографе «Цвет 550М» с ТИД. Колонка стеклянная длиной 1 м, диаметром 3 мм, заполненная Хроматоном N-Super (0,125-0,160 мм) с 5 % SE-30. Температура колонки 260°С, испарителя 270°С, детектора 392°С. Скорость газа-носителя (азот) - 32, водорода - 18, воздуха - 200 см³/мин. Дозируемый объем 1 мкл. **МДУ дифеноконазола в зерне хлебных злаков 0,08 мг/кг.**

Динамику остаточных количеств препарата Триада, ККР (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола) изучали при двукратной обработке в норме применения 0,6 л/га. В Ленинградской

области пробы отбирали с посевов пшеницы яровой и в Ростовской области - пшеницы озимой в 2012 году. Зелёную массу отбирали в день 2-й обработки, а также на 10-е, 20-е, 30-е и 40-е сутки после окончания обработок; **солому и зерно - только в урожае** (отбирали в одно и то же время). В Ленинградской области пробы отбирали с посевов пшеницы яровой сорта Ленинградская 97 по паровому предшественнику. Во время проведения опытов наблюдались ливневые дожди с градом. В Ростовской области условия проведения опыта совпадали с условиями проведения опыта по препарату Терапевт Про, КС.

Анализ образцов на содержание пропиконазола проводили в соответствии с «Методическим указаниям по определению Тилта в растениях, почве и воде методом газожидкостной хроматографии № 3190-85 (1992). Предел обнаружения пропиконазола 0,015 мг/кг.

Анализ образцов на содержание тебуконазола проводили в соответствии с «Методическим указаниями по определению Фоликура в растениях, почве и воде методом газожидкостной хроматографии» № 5350-94 (1994). Предел обнаружения тебуконазола 0,05 мг/кг.

Анализ образцов на содержание эпоксиконазола проводили в соответствии с «Методическими указаниями по определению остаточных количеств эпоксиконазола в воде, почве, зерне, соломе и зеленой массе хлебных злаков методом газожидкостной хроматографии» МУК 4.1.1412-03 (2005). Предел обнаружения эпоксиконазола 0,05 мг/кг.

Количественное определение пропиконазола, тебуконазола и эпоксиконазола проводили на хроматографе «Кристалл 2000М» с ДТИ, колонка кварцевая капиллярная длиной 20 м, диаметром 0,53 мм с неподвижной фазой НР-1 (1,5 мкм). Температура колонки программируется от 200 до 270°C (25°C/мин), испарителя - 300°C, детектора - 380°C, расход газа-носителя через колонку (азот) - 0,9 см³/мин, водорода - 14, воздуха - 200 см³/мин (деление потока 1:6). Хроматографируемый объем 1 мкл.

Динамику остаточных количеств препарата Приаксор Макс, КЭ (30 г/л флуксапироксада + 200 г/л пиракlostробина + 125 г/л пропиконазола)

изучали при однократной обработке в норме применения 1,0 л/га. В Ленинградской и Волгоградской областях пробы отбирали с посевов пшеницы яровой в 2016 и 2017 годах. Пробы зелёной массы отбирали в день проведения обработки и на 14-е, 28-е и 40-е сутки после обработки, **солому и зерно - только в урожае** (отбирали в одно и то же время). В Ленинградской области опыты по этому препарату в эти годы были проведены в условиях, аналогичных опытам по биологической эффективности. В Волгоградской области в 2016 году отбор проб проводили на посевах пшеницы яровой сорта Саратовская 42 по предшественнику ячмень яровой. Аналогичные условия проведения опыта были и в 2017 году.

Анализ образцов на содержание флуксапироксада проводили в соответствии с методическими указаниями «Определение остаточных количеств флуксапироксада в воде, почве, зеленой массе, зерне и соломе зерновых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» МУК 4.1. 3021-12 (2013). Предел обнаружения флуксапироксада в зерне 0,005 мг/кг, в соломе – 0,05 мг/кг.

Анализ образцов на содержание пиракlostробина проводили в соответствии с «Методическими указаниями по определению остаточных количеств пиракlostробина в зерне, соломе и зеленой массе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» МУК 4.1.1974-05 (2007). Предел обнаружения пиракlostробина в зерне и соломе 0,02 мг/кг.

Анализ образцов на содержание пропиконазола проводили в соответствии с «Методическим указанием по определению Тилта в растениях, почве и воде методом газожидкостной хроматографии» № 3190-85 (1992). Предел обнаружения пропиконазола 0,015 мг/кг.

Количественное определение флуксапироксада проводили на ультраэффективном жидкостном хроматографе «ACQUITY» фирмы Waters с быстро-сканирующим УФ детектором, снабженном дегазатором, автоматическим пробоотборником и термостатом колонки. Аналитическая

колонка ACQUITY UPLC ВЕН С-18 (100 x 2,1) мм, 1,7 мкм (Waters). Температура колонки $30 \pm 1^\circ\text{C}$. Подвижная фаза: смесь ацетонитрила и 0,005М ортофосфорной кислоты в соотношении 45:55. Скорость потока элюента 0,2 мл/мин. Рабочая длина волны 230 нм. Объем вводимой пробы 10 мкл.

Количественное определение пираклостробина проводили на ультраэффективном жидкостном хроматографе "ACQUITY" фирмы «Waters» с быстро-сканирующим УФ детектором, снабженном дегазатором, автоматическим пробоотборником и термостатом колонки. Колонка ACQUITY UPLC ВЕН С-18, (100x2,1) мм, 1,7 мкм (Waters). Температура колонки $30 \pm 1^\circ\text{C}$. Подвижная фаза: ацетонитрил – 0,005М ортофосфорная кислота в соотношении 55:45. Скорость потока элюента: 0,2 мл/мин. Рабочая длина волны 275 нм. Объем вводимой пробы 10 мкл.

Количественное определение пропиконазола проводили на газовом хроматографе «Agilent 7890В» с ДТИ. Колонка кварцевая капиллярная длиной 30 м, диаметром 0,32 мм с неподвижной фазой НР-5 (0,25 мкм). Температура термостата колонки в режиме программирования от 100°C (3 мин.) до 380°C (3 мин) со скоростью 25 град./мин.; температура испарителя - 250°C , детектора - 310°C . Газ-носитель - азот, расход газа-носителя через колонку 2 см³/мин (в режиме постоянного потока), поддув в ТИД 10 см³/мин, расход водорода - 3 см³/мин, расход воздуха - 60 см³/мин. Дозируемый объем 1 мкл.

Гигиенические нормативы: МДУ пропиконазола в зерне хлебных злаков 0,1 мг/кг, тебуконазола - 0,2 мг/кг, эпоксиконазола - 0,2 мг/кг, дифеноконазола – 0,08 мг/кг, крезоксим-метила – 0,1 мг/кг, пираклостробина – 0,5 мг/кг, флуксапироксада – 0,5 мг/кг.

2.6 Методика определения экологической безопасности фунгицидов

Экологическую безопасность изучаемых фунгицидов оценивали по ряду критериев исходя из опасности для человека и для основных объектов агробиоценоза. Классы опасности для человека и медоносных пчёл брали из Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешённых на территории Российской Федерации (2017). Экотоксикологическую оценку проводили по трём основным параметрам, исходя из количества вносимого препарата и показателя ЛД₅₀ по тем или иным объектам агробиоценоза: токсической нагрузке, коэффициента опасности для пчёл, а также экологической нагрузке фунгицидов на почву.

По степени опасности для живых организмов существуют следующие системы классификации пестицидов. Первая (токсиколого-гигиеническая классификация или классификация по категории А) была разработана в 1968 году под руководством Л.И. Медведя. Она предусматривала деление пестицидов на 4 класса опасности по токсичности и другим свойствам, в том числе по отдалённым последствиям. Для неё приоритетным значением был токсический аспект, то есть значение токсического эффекта для человека. М.С. Соколов и Б.П. Стрекозов предложили в 1976 году другую классификацию (экотоксикологическую или классификацию по категории Б). Она была основана на оценке отрицательного действия пестицидов на биоту в целом по признакам персистентности в почве, транслокации в растениях, биокумуляции по трофическим цепям, токсичности для полезной фауны и т.д. Она также включала в себя четыре класса опасности. Этим двум системам были присущи свои достоинства и недостатки с присущей односторонностью толкования опасности пестицидов. При этом первая классификация не отражала поведения пестицидов в окружающей среде, а вторая - не учитывала воздействия ксенобиотиков на здоровье человека. Наиболее объективную оценку препарату мы давали исходя из этих двух аспектов (Кавецкий, Бублик, 1987).

Одним из важных критериев отбора и оценки препаратов по санитарной, экологической и токсикологической безопасности необходимо считать интегральный показатель - **токсическая нагрузка (ТН)**, выражаемая количеством полулетальных доз для теплокровных животных, вносимых на гектар площади в процессе однократной обработки пестицидом. Чем меньше этот показатель, тем более экологичен и приемлем данный препарат.

Этот дополнительный показатель рассчитывали для определения степени опасности выбранных для исследования фунгицидов **для теплокровных животных и человека**. Расчёт проводили по формуле, предложенной Ю.Н. Фадеевым (1988):

$$ТН = \frac{\text{Норма применения действующего вещества (д.в.) в мг/га}}{\text{ЛД}_{50} \left(\frac{\text{мг}}{\text{кг}} \right)}$$

С учётом размаха колебаний по показателю ТН выделяют 4 класса опасности пестицидов:

I – малоопасные, при применении которых ТН не превышает 100 полулетальных доз на га;

II – умеренно-опасные (ТН от 100 до 1000 ЛД₅₀/га);

III – опасные (ТН 1000 до 10000 ЛД₅₀/га);

IV – особо опасные, применение которых создают ТН на га более 10000 полулетальных дозировок (Буров, Тютереv, Сухорученко и др., 1995; Долженко В.И., 2004; Долженко Т.В., Долженко В.И., 2006; Долженко, 2009).

Опасность изучаемых фунгицидов **для пчёл** определяли по соответствующему расчётному показателю - **коэффициенту опасности**:

$$K_{\text{оп}} = \frac{\text{Норма применения действующего вещества (д.в.) в г/га}}{\text{ЛД}_{50} \text{ (мкг/пчелу)}}$$

Чем этот коэффициент меньше, тем более безопасен фунгицид для медоносных пчёл (Зинченко, 2012).

Для **почвы** сравнительную оценку опасности изучаемых фунгицидов рассчитывали по показателю экологической нагрузки - **ЭН**.

$$\text{ЭН} = \frac{\text{Норма применения действующего вещества} \left(\frac{\text{мг}}{\text{га}} \right) \times T_{50}}{\text{ЛД}_{50} \text{ (мг/кг)}}$$

где T_{50} - полупериод исчезновения препарата из почвы (нед.). Конечный результат по этой формуле приводили в условных единицах (Долженко Т.В., Долженко В.И., 2006).

Для расчётов вышеуказанных токсикологических показателей использовали следующие справочные данные по действующим веществам изученных фунгицидов (табл. 7).

Таблица 7. Основные токсикологические характеристики действующих веществ изученных фунгицидов (The Pesticide Manual, 2003; <http://rupest.ru/>; <https://sitem.herts.ac.uk/>)

Название действующего вещества	ЛД ₅₀ оральное для теплокровных и человека, мг/кг	ЛД ₅₀ дермальное для теплокровных и человека, мг/кг	ЛД ₅₀ для пчёл, мкг/пчелу	T ₅₀ в почве, нед.
азоксистробин	5000	2000	25	26
дифеноконазол	1453	2010	177	14
крезоксим-метил	5000	2000	20	1
пираклостробин	5000	2000	310	5
пропиконазол	1517	4000	100	10
протиоконазол	6200	5000	71	1
спироксамин	530	1068	100	9
тебуконазол	1700	5000	83	8
тиофанат-метил	6600	10000	100	1
флуксапироксад	2000	2000	111	27
флуоксастробин	2500	2000	843	8
флутриафол	1480	1000	5	123
ципроконазол	1333	2000	100	19
цифлуфенамид	5000	2000	100	4
эпоксиконазол	5000	2000	100	18

Для двух- и трёхкомпонентных препаратов вышеуказанные расчётные показатели приводили, суммируя их результаты по составным компонентам.

2.7 Методика оценки влияния фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов в листьях пшеницы яровой

Определение влияния препаратов на основе тебуконазола и пропиконазола на содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) в максимальных нормах применения при однократном и

двукратном применении проводили спектрофотометрическим методом на спектрофотометре ПромЭкоЛаб ПЭ-5400УФ.

В 2014 году в лабораторных условиях проводилась отработка методики по изучению влияния обработок фунгицидами на пигментный состав в листовом аппарате пшеницы яровой 2-х районированных сортов Дарья и Ленинградская 6. В качестве базовой методики определения пигментов в листьях растений яровой пшеницы была взята методика С.В. Трифонова (2011). Модификация методики была проведена с использованием патента «Способ определения хлорофилла в растениях гречихи», авторами которого являются сотрудники Орловского государственного аграрного университета (ОГАУ) В.Т. Лобков и Г.В. Наполова (2003).

В исследования были взяты 2 трёхкомпонентных препарата Триада, ККР и Амистар Трио, КЭ, которые применяли однократно в 37 фазу развития культуры по Задоксу (флаг-лист) в максимальной норме применения, рекомендуемой Государственным каталогом: 0,6 л/га (Триада, ККР) и 1,0 л/га (Амистар Трио, КЭ). Отработка методики анализа пигментного состава в опытных и контрольных вариантах проводилась в условиях отсутствия болезней. Для проведения исследования растения пшеницы яровой выращивались в искусственных климатических условиях.

Растения выращивали в пластиковых горшочках в климатостате КС-200 СПУ при ночной температуре 18°C, и дневной - 22°C с продолжительностью дня и ночи по 12 часов. В качестве грунта была использована готовая садовая смесь с содержанием основных элементов питания $N_{120}P_{230}K_{300}$ и микроэлементов (железа, серы, бора, марганца, меди, молибдена и цинка), рН солевой суспензии (рН КСl) 5,8 и влажностью не более 60%. В каждый горшочек засыпали по 1 кг этого грунта и высевали по 10 зёрен. Опыт в климатостате был заложен в трёхкратной повторности. Полив осуществляли водой комнатной температуры через каждые 1-2 дня. В зависимости от влажности почвы в каждый горшочек добавляли от 100 до 150 мл воды при

каждом поливе. Освещённость в климатостате была 4200 лк. Параллельно с опытными, выращивали контрольные варианты.

Отбор проб на анализ после однократной обработки препаратом Триада, ККР на пшенице яровой сортов Дарья и Ленинградская 6 проводили на 4-е сутки после обработки и на 8-е и 17-е сутки после однократной обработки препаратом Амистар Трио, КЭ.

В 2015 году после отработки методики в лабораторных условиях, изучение влияния применения фунгицидов на пигментный состав было проведено в динамике в полевых условиях в Гатчинском районе Ленинградской области на посевах пшеницы яровой сорта Дарья. Предшественником этой культуры являлась пшеница озимая, почва при этом была дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая с содержанием гумуса 2,5% и рН - 4,6. Было проведено предпосевное внесение азофоски (125 кг/га) и подкормка аммиачной селитрой (150 кг/га).

В исследования были взяты: в качестве однокомпонентного препарата на основе тебуконазола - Фоликур, КЭ; двухкомпонентный препарат Эвито Т, КЭ с содержанием тебуконазола и флуоксастробина и трёхкомпонентный препарат Солигор КЭ, содержащий два триазола и один спирокеталамин. Эти фунгициды применяли двукратно в фазах развития культуры по Задоксу 33 (появление 3-го узла) и 49 (выдвижение колоса) в нормах применения соответственно: два первых - по 1 л/га, а последний - первую обработку проводили в норме применения 0,4 л/га; вторую - 0,8 л/га.

Отбор проб на анализ пигментного состава осуществляли в четырёхкратной повторности на 8-е, 15-е и 30-е сутки после второй обработки. Параллельно с этим отбором брали образцы в варианте без обработок. В анализ брали только флаг-лист с 5-и случайно выбранных растений из каждой повторности.

Полевые исследования были проведены на естественном инфекционном фоне.

Для средней пробы выбирали только флаг-листья пшеницы яровой. По проведённой нами модификации навеску материала брали в количестве (200 мг) измельчали ножницами и закладывали в мерные пробирки на 15 мл со шлифом 14/23. Заливали 10 мл 96%-ного спирта, плотно закрывали притёртыми пробками и оставляли экстрагироваться на 48 часов в холодильнике.

Анализ полученных экстрактов на содержание хлорофилла и каротиноидов проводили на спектрофотометре ПромЭкоЛаб ПЭ-5400УФ в стеклянных кюветах с рабочей длиной кюветы 10 мм. В кювету сравнения заливали 96% спирт. Анализировали контрольные и опытные образцы по каждой повторности. Кюветы помещали в кюветную камеру и определяли оптическую плотность (D) вытяжки при длинах волн, соответствующим максимумам поглощения хлорофилла а и b и каротиноидов. Коэффициенты экстинкции измеряли при длинах волн, на которых происходит максимум поглощения: для каротиноидов - при 440,5 нм, хлорофилла а - 665 нм, хлорофилла b - 649 нм. Исходный экстракт разбавляли в 6 раз для получения достоверных коэффициентов экстинкции.

Концентрации хлорофилла а и b в экстрактах в 96%-ном спирте рассчитывали по формулам (Wintermans, De Mots, 1965):

$$C_a(\text{мг/л}) = 13,70 \cdot D_{665} - 5,76 \cdot D_{649},$$

$$C_b(\text{мг/л}) = 25,80 \cdot D_{649} - 7,60 \cdot D_{665},$$

где C_a и C_b - концентрации хлорофилла а и b в мг/л.

Для определения концентрации каротиноидов (мг/л) в суммарном экстракте пигментов была использована формула Ветштейна (Wettstein, 1957):

$$C_{\text{кар}} = 4,695 \cdot D_{440,5} - 0,268 (C_{a+b}),$$

где C_{a+b} - суммарное содержание хлорофиллов а и b в растворе (мг/л).

Установив концентрацию пигментов в экстракте, определяли их содержание в исследуемом материале с учётом объёма вытяжки и навески пробы по формуле:

$$A = V \cdot C / (P \cdot 1000),$$

где С - концентрация пигментов в мг/л; V - объём вытяжки в мл; P - навеска растительного материала в г; А - содержание пигмента в растительном материале в мг/г сухой массы (Трифонов, 2011).

Получив данные по вышеуказанным критериям по каждой повторности, выводили средние значения этих показателей. По ним и проводили сравнение между опытными и контрольными образцами на влияние обработок изучаемыми препаратами на содержание основных пигментов в листьях яровой пшеницы сортов Дарья и Ленинградская 6. Статистическую обработку полученных результатов на выявление существенности различий в пигментном составе проводили с помощью программы Diana 1.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Фитосанитарная ситуация в агроценозе пшеницы яровой в период вегетации в Ленинградской области в 2012-2017 годах

Для планирования проведения химических обработок существует необходимость ежегодного отслеживания фитосанитарной обстановки в местах их проведения. За период с 2012 по 2017 год климатические особенности Северо-Западного региона приводили к проявлению в разной степени тех или иных болезней. Фитопатогенный комплекс в посевах пшеницы яровой был представлен разными видами грибов.

С 2012 по 2017 год по данным Россельхозцентра в разных областях Северо-Западного региона было зафиксировано развитие таких заболеваний, как корневые гнили, мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз листьев и колоса, фузариоз колоса, пиренофороз, головнёвые заболевания и чернь колоса. Проявление корневых гнилей чаще всего наблюдалось в Калининградской, Ленинградской и Вологодской областях. Мучнистую росу чаще всего в эти годы регистрировали в Калининградской, Новгородской и Псковской областях. В Калининградской, Ленинградской и Новгородской областях практически каждый год отмечали проявление септориоза листьев и колоса, фузариоза и черни колоса (Обзор ..., 2012-2018).

В наших опытах в 2012 году в Ленинградской области было отмечено проявление полного комплекса листовых патогенов на посевах яровой пшеницы, характерных для данного региона: бурой ржавчины (рис. 12, 13), мучнистой росы (рис. 14-16), септориоза (рис. 17) и пиренофороза. Развитие бурой ржавчины на сорте Ленинградская 6 составило 41,1%; мучнистой росы – 1,2% и септориоза листьев - 12,2%. На сорте Ленинградская 97 развитие септориозно-пиренофорозной пятнистости было в среднем на уровне 3% и бурой ржавчины - 18,2%. Сорт Дарья в этот вегетационный сезон был поражён бурой ржавчиной на 22,3-35,7%; мучнистой росой - 1,8-6,4% и септориозом - 2,6-6,2%. Проявление этих заболеваний было отмечено в 20-х

числах июля. В первых двух декадах этого месяца складывались благоприятные условия для их появления. Согласно вышеприведённым сведениям климатические условия 2012 года в регионе были наиболее благоприятны для умеренного развития бурой ржавчины (среднедекадная температура 17,5-20,4°C, влажность воздуха - 65-76%, 6-34,9 мм осадков). Превалирование этого возбудителя в фитопатогенном комплексе пшеницы яровой в этом году определила 1-я декада июля, в течение которой выпало только 6 мм осадков. Мучнистая роса, пиренофороз и септориоз имели развитие в слабой степени (Петрова, Долженко, 2020). Аналогичные данные представлены в материалах Россельхозцентра (Обзор..., 2013).



Рисунок 12. Уредопустулы *Puccinia recondita* (ориг.)

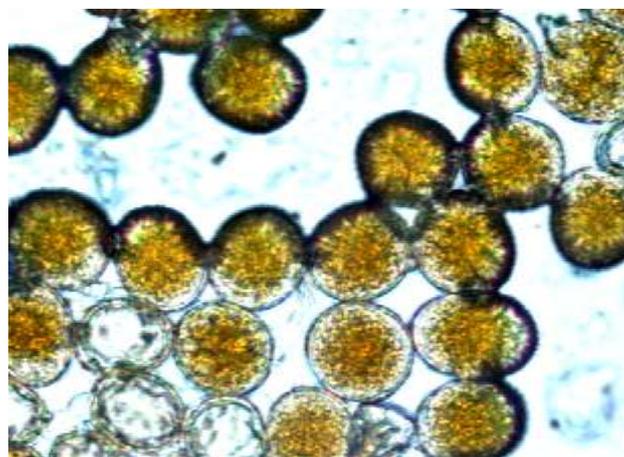


Рисунок 13. Уредоспоры *Puccinia recondita*, увеличение в 400 раз (ориг.)



Рисунок 14. Налёт *Blumeria graminis* (ориг.)



Рисунок 15. Конидиальное спороношение *Blumeria graminis*, увеличение в 400 раз (ориг.)



Рисунок 16. Клейстотеций *Blumeria graminis*, увеличение в 400 раз (ориг.)



Рисунок 17. Споры *Parastagonospora nodorum*, увеличение в 400 раз (ориг.)

По результатам наших исследований в Ленинградской области, в 2013 году на посевах яровой пшеницы развития мучнистой росы отмечено не было. Бурая ржавчина получила своё развитие только в слабой степени. На сорте Ленинградская 6 её развитие составило 3,5-13,1%, на сорте Дарья - 5,5-9,0%. Септориозно-пиренофорозная пятнистость на сорте Ленинградская 97 в среднем достигала развития порядка 3,5%, а на сортах Ленинградская 6 и Дарья была соответственно - 30,1-32,7% и 20,4-24,9%. Срок появления болезней в этот год совпадал с предыдущим годом, однако, среднедекадные показатели температуры, влажности и осадков были соответственно: 17,7-19,7°C, 65-68%, 29,2-32,3 мм. Выпадение осадков на уровне 29,2-32,3 мм в 1-ю и 2-ю декаду июля определило превалирование пятнистостей над бурой ржавчиной. Развития мучнистой росы не происходило по причине низкой влажности воздуха, которая отмечалась в этот период.

В 2013 году сотрудниками Россельхозцентра было отмечено, что мучнистой росой посевы в Северо-Западном регионе были поражены лишь в слабой степени. Бурая ржавчина проявлялась менее интенсивно по сравнению с 2012 годом. Широкое распространение с высокой интенсивностью развития в этот период получил септориоз листьев, превышение ЭПВ которого по региону было выявлено на площади в 1,3 тыс. га. В Ленинградской области первые признаки поражения были обнаружены

во второй декаде июня в фазе выхода в трубку; в начале августа развитие этого заболевания составило 23,4% при распространённости 91,3%. (Обзор..., 2014).

По нашим данным в Ленинградской области климатические условия вегетационного сезона 2014 года на посевах яровой пшеницы оказались наиболее благоприятными для развития бурой ржавчины, развитие которой на сорте Ленинградская 6 составило - 4,1-11,8%; на сорте Дарья - 33,8-39,3%. Септориоз в этом году развивался в слабой степени. На посевах яровой пшеницы сорта Ленинградская 6 развитие этого заболевания составило 1,5-2,2%; на сорте Дарья - 3,6-6,9%. Болезни проявились в этом году в сроки, аналогичные прошлым двум вегетационным сезонам. Среднедекадные показатели за 1-ю и 2-ю декаду июля составили: температура воздуха - 17,7-19,7°C, относительная влажность воздуха - 65-68%, осадки - 7,8-10,9 мм. Такие погодные условия были абсолютно не приемлемы для развития мучнистой росы, но являлись довольно благоприятными для развития бурой ржавчины, которая и преобладала в фитопатогенном комплексе в этом году.

В 2014 году в результате проведения маршрутных обследований Россельхозцентром было отмечено, что на посевах яровых зерновых культур происходило локальное распространение мучнистой росы и бурой ржавчины с развитием в слабой степени. Септориоз в этот год проявлялся как в листовой форме, так и на колосе. Пиренофороз был выявлен в Калининградской области, но только на посевах озимых зерновых. Фузариоз колоса в округе был выявлен на территории Калининградской, Ленинградской, Новгородской и Псковской областей. Его регистрировали, начиная с фазы конца цветения и вплоть до восковой спелости зерна. Развитие болезни проходило с низкой интенсивностью (Обзор..., 2015).

В наших исследованиях в Ленинградской области в 2015 году на посевах сорта Ленинградская 97 развитие мучнистой росы (рис. 18, 19) в среднем составило 7%, на сорте Дарья - 8,4%. Развитие септориоза на сорте Ленинградская 97 было на уровне 4%; септориозно-пиренофорозной

пятнистости - 15,5%. Болезни в этом году проявились раньше, чем в предыдущие три. Первые признаки были отмечены ещё в 3-й декаде июня-1-й декаде июля. Среднедекадные показатели за 2-ю-3-ю декаду июля составили: температура - 15,2-16,6°C, относительная влажность воздуха - 78%, осадки - 5,1-16 мм. Для развития болезней этот год по климатическим условиям был не благоприятен, прежде всего, из-за низких температурных показателей во 2-3-ей декадах июня, а также не стабильной температуры воздуха в течение июля, когда средняя температура колебалась в пределах 14,9-17,2°C. Влажность воздуха в этом месяце была на уровне 68-76% с количеством осадков от 19,3 до 29,7 мм (Петрова, Долженко, 2020).



Рисунок 18. Конидии *Blumeria graminis*,
увеличение в 400 раз (ориг.)



Рисунок 19. Клейстотеций *Blumeria graminis*,
увеличение в 400 раз (ориг.)

По данным специалистов филиала ФГБУ "Россельхозцентр" по Ленинградской области в 2015 году септориоз был распространён на 82% посевов яровых зерновых культур в области. Его распространённость находилась в интервале от 25 до 80% при развитии болезни 8,5-23,5% (Ежегодный справочник агронома..., 2016). Отмечено распространение мучнистой росы (Обзор..., 2016).

В 2016 году в наших опытах септориозно-пиренофорозная пятнистость (рис. 20) на посевах яровой пшеницы сорта Дарья была в среднем на уровне 23,9%, мучнистая роса - 3,3%. Болезни в 2016 году появились в 1-2-й декадах июля. С 3-й декады июня по 2-ю декаду июля среднедекадные показатели составили: температура воздуха - 17,2-18,5°C, относительная влажность воздуха - 79-83%, осадки - 31,7-49,9 мм. Такие погодные условия были крайне неблагоприятны для развития бурой ржавчины. Развитие мучнистой росы сдерживалось, прежде всего, частыми дождями, но самыми благоприятными такие условия оказались для развития пятнистостей, которые и превалировали в фитопатогенном комплексе пшеницы яровой в этом вегетационном сезоне.

По данным Е.И. Гульяевой, Е.Л. Гасич, М.М. Левитина и др. (2017) в посевах пшеницы яровой в 2016 году было отмечено преобладание септориозно-пиренофорозной пятнистости, поражённость которой колебалась в пределах от 20 до 100%. Возбудителем септориоза в этом комплексе был гриб *Parastagonospora nodorum* (= *Stagonospora nodorum*). Развитие мучнистой росы в посевах не превышало 15%, при этом она встречалась только на отдельных посевах этой культуры. Развития бурой ржавчины в этом году выявлено не было.



Рисунок 20. Конидии *Pyrenophora tritici-repentis* (ориг.)

По данным специалистов филиала ФГБУ "Россельхозцентр" по Ленинградской области в 2016 году септориоз на посевах яровых зерновых культур в области был выявлен повсеместно. При распространённости 49,0-100% его развитие составило 7,5-27,5%, чему способствовала умеренно тёплая и дождливая погода. В фазе молочно-восковой спелости заболевание было обнаружено на колосе. Распространение септориоза находилось на уровне 3,0-37,0%; фузариоза – 2,0-15,0% (Ежегодный справочник агронома..., 2017, Обзор..., 2017).

По нашим данным в Ленинградской области на посевах пшеницы яровой сорта Дарья в 2017 году развитие септориозно-пиренофорозной (рис. 21, 22) пятнистости в среднем было на уровне 11,8%, а мучнистой росы - 2,1%. Первые признаки проявления болезней были отмечены в 1-й декаде июля. Среднедекадные показатели с 3-й декады июня по 3-ю декаду июля находились в пределах: 12,9-17,1°C (температура воздуха); 74-81% (относительная влажность воздуха) и 13,3-30 мм (осадки). Несмотря на то, что по увлажнению создавались в целом благоприятные условия для развития пятнистостей и мучнистой росы, развитие этих заболеваний сильно ограничивала сравнительно низкая температура воздуха.

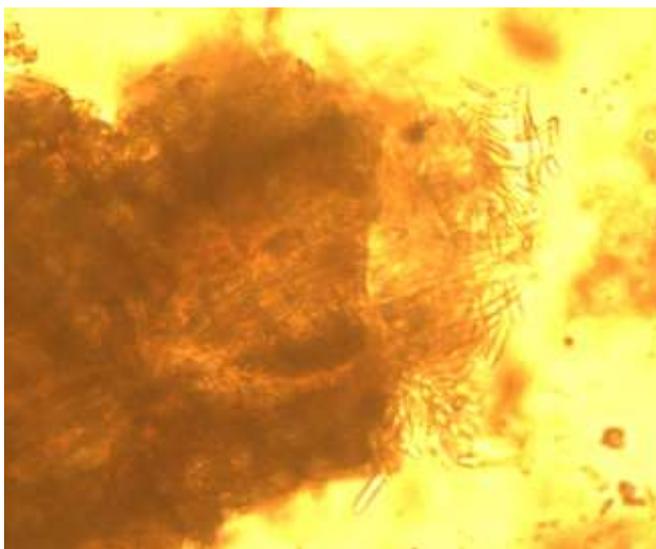


Рисунок 21. Пикнида с вышедшими из неё пикноспорами *Parastagonospora nodorum* (ориг.)

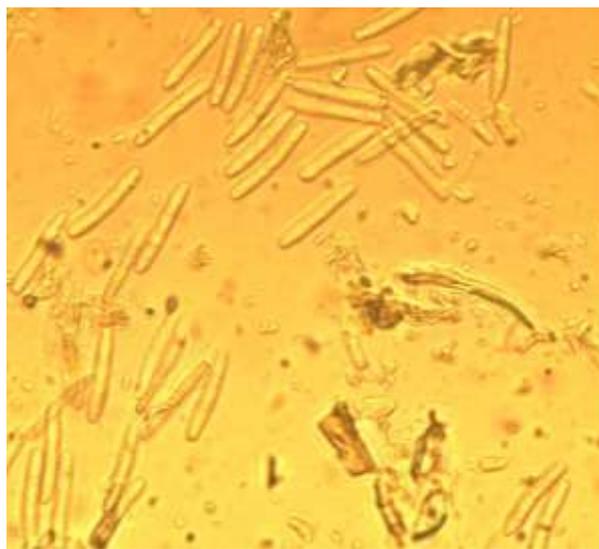


Рисунок 22. Пикноспоры *Parastagonospora nodorum* (ориг.)

В 2017 году Е.И. Гультяевой, Е.Л. Шайдаюк, М.М. Шипиловой и др. (2018) в Ленинградской области также было отмечено развитие септориоза на посевах пшеницы яровой главным образом на листьях нижних ярусов с единичным его поражением на флаг-листе. Это подтверждается и данными Россельхозцентра (Обзор..., 2018).

С 2012 года в наших исследованиях наиболее благоприятными для развития бурой ржавчины были 2012 и 2014 год, когда её развитие достигало от 11,8 до 41,1%. В 2013 году её развитие было только на уровне 3,5-13,1%. Однако в этом году погодные условия были благоприятны для развития пятнистостей. Септориозно-пиренофорозная пятнистость в этот год достигала от 20,4 до 24,9-32,7%, а проявления мучнистой росы не наблюдалось. Благоприятным для пятнистостей оказался и 2016 год, когда развитие пиренофорозно-септориозной пятнистости было на уровне 23,9%, а мучнистой росы – 3,3%. В 2012 году мучнистая роса проявлялась слабо (1,2-6,4%), как септориоз (2,6-12,2%) и септориозно-пиренофорозная пятнистость (3%). В 2014 году, также, как и в 2012 году развитие септориоза было слабым (1,5-6,9%), а проявления мучнистой росы не отмечалось. Не благоприятными для развития болезней оказались 2015 и 2017 годы, в которые развитие мучнистой росы достигало 2,1-8,4%, септориоза – 4% и пиренофорозно-септориозной пятнистости 11,8-15,5%. Таким образом, изучение биологической эффективности фунгицидов нами проводилось на фоне слабого развития мучнистой росы и в зависимости от погодных условий – от слабого до умеренного или сильного развития пятнистостей или бурой ржавчины.

Результаты наших исследований, как правило, подтверждались данными других авторов и Россельхозцентра.

3.2 Биологическая эффективность фунгицидов для защиты пшеницы яровой от листовых болезней

3.2.1 Эффективность фунгицидов на основе пропиконазола

3.2.1.1 Эффективность однокомпонентного фунгицида

Титул 390, ККР (390 г/л)

Титул 390, ККР нами в исследование был взят как однокомпонентный фунгицид на основе пропиконазола (наиболее широко применяемого действующего вещества против болезней зерновых культур), но в новой инновационной препаративной форме в виде концентрата коллоидного раствора. Это системный препарат для борьбы с широким спектром болезней на посевах зерновых культур, применяемый при сниженных нормах применения.

В условиях 2012 года, наиболее высокая биологическая эффективность этого препарата при двукратном его применении отмечена против септориоза (95,9-96,8%) не зависимо от сорта и фона применения минеральных удобрений (табл. 8). Чуть менее он был эффективен против бурой ржавчины (81,8-94,4%), а против мучнистой росы на сорте Дарья его эффективность составляла порядка 67,5-72,2% и 100% - на сорте Ленинградская 6. На массу 1000 зерен этот препарат оказывал существенное влияние по сравнению с контролем при его применении на посевах пшеницы яровой сорта Дарья на фоне внесения только основного удобрения (38,7 г (изучаемый препарат); 38,0 г (контроль); $НСР_{05} = 0,6$ г) и на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 6 на фоне применения полного комплекса удобрений (33,0 г (изучаемый препарат); 30,5 г (контроль); $НСР_{05} = 1,2$ г). Двукратное применение этого препарата обеспечивало сохранение от 6,1 до 13,0% урожая (Кучерова, 2013).

Таблица 8. Эффективность фунгицидов против комплекса болезней пшеницы яровой (Ленинградская область, опытное поле ВИЗР, 2012 г.)

№ п/п	Вариант опыта – норма применения (л/га) (кратность обработок)	Развитие бурой ржавчины, %		Эффективность, %		Развитие мучнистой росы, %		Эффективность, %		Развитие септориоза, %		Эффективность, %		Масса 1000 зерен, г		Урожайность	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	ц/га	% к контролю
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1
На фоне применения минеральных удобрений по схеме N₃₀P₁₅K₁₅ + N₃₀K₃₀ + N₃₀K₃₀																	
1.	Тилт, КЭ – 0,5(1) (эталон)	5,8	4,5	83,8	89,0	1,5	0,3	76,6	75,0	0,2	1,2	96,8	90,2	41,4	32,1	33,8	103,4
2.	Титул 390, ККР - 0,26(2)	6,5	2,3	81,8	94,4	2,1	0,0	67,2	100	0,2	0,2	96,8	95,9	40,8	33,0	34,7	106,1
3.	Альто Супер, КЭ - 0,5(2)	0,4	1,3	98,8	96,8	1,6	0,3	75,0	75,0	0,5	1,2	91,9	90,2	42,6	31,9	34,4	105,2
4.	Амистар Трио, КЭ - 1,0(2)	0,1	0,0	99,7	100	1,5	0,1	76,0	91,7	1,5	0,7	75,8	94,3	43,0	32,6	35,1	107,3
5.	Контроль (без обработки)	35,7	41,1	-	-	6,4	1,2	-	-	6,2	12,2	-	-	39,6	30,5	32,7	100
	НСР ₀₅	15,6	20,1	-	-	5,6	1,4	-	-	2,9	5,8	-	-	1,8	1,2	3,5	-
На фоне применения минеральных удобрений по схеме N₃₀P₁₅K₁₅																	
6.	Тилт, КЭ – 0,5(1) (эталон)	7,4	-	66,8	-	0,4	-	77,8	-	1,2	-	47,8	-	38,2	-	34,2	114,4
7.	Титул 390, ККР - 0,26(2)	2,9	-	87,0	-	0,5	-	72,2	-	0,1	-	96,2	-	38,7	-	33,8	113,0
8.	Амистар Трио, КЭ - 1,0(2)	0,3	-	98,7	-	0,4	-	77,8	-	0,0	-	100	-	39,4	-	35,0	117,1
9.	Контроль (без обработки)	22,3	-	-	-	1,8	-	-	-	2,6	-	-	-	38,0	-	29,9	100
	НСР ₀₅	10,1	-	-	-	1,4	-	-	-	0,9	-	-	-	0,6	-	6,7	-

Примечание: 1 – сорт Дарья
2 – сорт Ленинградская 6

В 2013 году эффективность препарата Титул 390, ККР против бурой ржавчины была высокой (87,3-96,9%) практически во всех вариантах опыта за исключением его применения на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 6 на фоне внесения основного удобрения (68,6%) (табл. 9). Против септориозно-пиренофорозной пятнистости он был эффективен на 75,7-92,6%, при этом, его эффективность была выше при его использовании на посевах с применением полного комплекса удобрений (Кучерова, Тютюрев, 2014). Существенное влияние этого препарата на массу 1000 зерен было отмечено во всех вариантах опыта за исключением его применения на сорте Ленинградская 6 без подкормки удобрениями. На массу зерна с 1 колоса он оказал существенное влияние при его использовании на посевах сорта Ленинградская 6 на фоне применения полного комплекса удобрений (0,45 г (изучаемый препарат); 0,37 г (контроль); $НСР_{05} = 0,07$ г). В этом же варианте опыта получена существенная прибавка урожайности относительно контроля (36,6%).

В 2014 году препарат Титул 390, ККР был высокоэффективен как на посевах с внесением только основного удобрения (98,3-100%), так и при его применении на посевах с полным комплексом удобрений (86,7-99,0%) (табл. 10, 11). Прибавки урожайности при использовании этого препарата составляли порядка 11,9-49,7% относительно контроля (Кучерова, 2016).

Препарат Титул 390, ККР за три года его изучения при двукратном применении в норме 0,26 л/га не зависимо от сорта и фона минерального питания был высокоэффективен против бурой ржавчины (68,6-99,0%), септориоза (86,7-100%) и септориозно-пиренофорозной пятнистости (75,7-92,6%). Против мучнистой росы на посевах яровой пшеницы сорта Дарья он достигал эффективности 67,2-72,2%, на сорте Ленинградская 6 отмечена нами 100%-я биологическая эффективность. Величина сохранённого урожая от использования этого препарата из года в год составляла от 6,1 до 49,7%.

Таблица 9. Эффективность фунгицидов **при двукратной обработке** против комплекса болезней пшеницы яровой (Ленинградская область, опытное поле ВИЗР, 2013 г.)

№ п/п	Вариант опыта – норма применения (л/га)	Развитие бурой ржавчины, %		Эффективность, %		Развитие септориозно-пиренофорозной пятнистости, %		Эффективность, %		Масса 1000 зерен, г		Масса зерна с 1 колоса, г		Урожайность			
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	ц/га		% к контролю	
														1	2	1	2
На фоне применения минеральных удобрений по схеме N₆₀P₃₀K₃₀																	
1.	Фоликур, КЭ - 1,0	0,0	0,0	100	100	1,0	0,3	96,0	99,0	37,6	30,5	0,53	0,43	18,4	14,9	125,2	149,0
2.	Титул 390, ККР - 0,26	0,3	1,1	96,7	68,6	2,9	7,3	88,4	75,7	37,2	27,5	0,50	0,35	17,8	11,9	121,1	119,0
3.	Альто Супер, КЭ - 0,5	0,2	-	97,8	-	0,8	-	96,8	-	37,6	-	0,50	-	13,4	-	91,2	-
4.	Амистар Трио, КЭ - 1,0	0,0	0,3	100	91,4	0,8	7,5	96,8	75,1	38,5	30,1	0,53	0,41	14,0	12,3	95,2	123,0
5.	Контроль (без обработки)	9,0	3,5	-	-	24,9	30,1	-	-	34,5	26,9	0,50	0,34	14,7	10,0	100	100
	НСР ₀₅	7,5	0,7	-	-	4,3	7,2	-	-	2,3	3,2	0,07	0,06	5,5	4,4	-	-
На фоне применения минеральных удобрений по схеме N₆₀P₃₀K₃₀ + N₃₀K₃₀																	
6.	Фоликур, КЭ - 1,0	0,2	0,0	96,4	100	0,3	0,4	98,5	98,8	37,9	32,5	0,64	0,46	27,9	18,0	113,4	137,4
7.	Титул 390, ККР - 0,26	0,7	0,4	87,3	96,9	1,5	2,9	92,6	91,1	40,3	34,1	0,59	0,45	27,9	17,9	113,4	136,6
8.	Альто Супер, КЭ - 0,5	0,4	0,3	92,7	97,7	0,3	1,0	98,5	96,9	40,5	34,2	0,63	0,46	29,3	17,2	119,1	131,3
9.	Амистар Трио, КЭ - 1,0	0,1	0,1	98,2	99,2	0,4	0,9	98,0	97,2	41,0	32,6	0,64	0,47	28,4	17,9	115,4	136,6
10.	Контроль (без обработки)	5,5	13,1	-	-	20,4	32,7	-	-	37,2	29,6	0,58	0,37	24,6	13,1	100	100
	НСР ₀₅	6,4	12,3	-	-	5,1	4,4	-	-	1,9	2,1	0,05	0,07	4,0	3,0	-	-

Примечание: 1 – сорт Дарья
2 – сорт Ленинградская 6

Таблица 10. Эффективность фунгицидов против комплекса болезней пшеницы яровой на фоне N₆₀P₃₀K₃₀
(Ленинградская область, опытное поле ВИЗР, 2014 г.)

№ п/п	Вариант опыта – норма применения (л/га)	Развитие бурой ржавчины, %		Эффективность, %		Развитие септориоза, %		Эффективность, %		Масса 1000 зерен, г		Масса зерна с 1 колоса, г		Урожайность			
														ц/га		% к контролю	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
При двукратной обработке																	
1.	<i>Альто Турбо, КЭ – 0,5</i>	0,2	0,0	99,4	100	0,2	0,2	97,1	90,9	26,9	24,3	0,43	0,30	24,6	21,7	121,8	147,7
2.	<i>Триада, ККР – 0,6</i>	0,1	0,1	99,7	99,2	0,1	0,2	98,6	90,9	27,0	23,0	0,40	0,41	25,0	20,1	123,0	126,7
3.	<i>Терапевт Про, КС - 0,7</i>	0,1	0,1	99,7	99,2	0,2	0,1	97,1	95,5	28,7	23,8	0,47	0,44	30,8	26,6	152,5	181,0
4.	Фоликур, КЭ - 1,0	0,1	0,0	99,7	100	0,1	0,2	98,6	90,9	24,0	23,3	0,33	0,34	26,9	17,3	133,2	117,7
5.	Титул 390, ККР - 0,26	0,8	0,2	97,6	98,3	0,1	0,0	98,6	100	26,1	23,5	0,29	0,43	22,6	22,0	111,9	149,7
6.	Альто Супер, КЭ - 0,5	0,1	0,0	99,7	100	0,1	0,1	98,6	95,5	22,6	23,6	0,32	0,37	12,8	18,8	63,4	127,9
7.	Амистар Трио, КЭ - 1,0	0,0	0,0	100	100	0,0	0,1	100	95,5	22,7	23,3	0,31	0,36	18,7	18,1	92,6	123,1
8.	Контроль (без обработки)	33,8	11,8	-	-	6,9	2,2	-	-	19,5	20,6	0,24	0,33	20,2	14,7	100	100
	НСР ₀₅	7,5	0,4	-	-	0,5	1,2	-	-	7,9	4,2	0,12	0,30	19,0	9,6	-	-
При однократной обработке																	
9.	<i>Триада, ККР - 0,6</i>	0,9	0,1	97,3	99,2	0,6	0,2	91,3	90,9	27,5	21,9	0,45	0,34	26,2	19,7	129,7	134,0
10.	<i>Терапевт Про, КС - 0,7</i>	0,8	0,2	97,6	98,3	0,2	0,1	97,1	95,5	26,8	23,5	0,39	0,39	25,2	23,0	124,8	156,5
11.	Контроль (без обработки)	33,8	11,8	-	-	6,9	2,2	-	-	19,5	20,6	0,24	0,33	20,2	14,7	100	100
	НСР ₀₅	13,1	0,3	-	-	1,0	2,1	-	-	6,1	1,9	0,11	0,14	21,5	3,0	-	-

Примечание: 1 – сорт Дарья
2 – сорт Ленинградская 6

Курсивом обозначены данные по эффективности препаратов, которые на момент проведения исследований находились в процессе регистрации

Таблица 11. Эффективность фунгицидов против комплекса болезней пшеницы яровой на фоне N₆₀P₃₀K₃₀+N₃₀K₃₀
(Ленинградская область, Опытное поле ВИЗР, 2014 г.)

№ п/п	Вариант опыта – норма применения (л/га)	Развитие бурой ржавчины, %		Эффективность, %		Развитие септориоза, %		Эффективность, %		Масса 1000 зерен, г		Масса зерна с 1 колоса, г		Урожайность			
														ц/га		% к контролю	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
При двукратной обработке																	
1.	<i>Альто Турбо, КЭ – 0,5</i>	0,1	0,1	99,7	97,6	0,1	0,2	97,2	86,7	28,8	23,2	0,45	0,32	29,1	21,0	142,0	104,5
2.	<i>Триада, ККР – 0,6</i>	0,0	0,0	100	100	0,0	0,2	100	86,7	29,2	22,7	0,57	0,39	33,2	26,1	162,0	129,9
3.	<i>Терапевт Про, КС - 0,7</i>	0,1	0,1	99,7	97,6	0,1	0,0	97,2	100	30,9	24,2	0,56	0,33	33,6	29,7	163,9	147,8
4.	Фоликур, КЭ - 1,0	0,1	0,0	99,7	100	0,2	0,2	94,4	86,7	29,7	23,8	0,58	0,40	31,8	24,8	155,1	123,4
5.	Титул 390, ККР - 0,26	0,4	0,1	99,0	97,6	0,2	0,2	94,4	86,7	27,8	24,5	0,48	0,43	25,5	27,3	124,4	135,8
6.	Альто Супер, КЭ - 0,5	0,7	0,1	98,2	97,6	0,2	0,2	94,4	86,7	28,0	24,7	0,48	0,38	23,6	23,6	115,1	114,4
7.	Амистар Трио, КЭ - 1,0	0,1	0,0	99,7	100	0,1	0,2	97,2	86,7	29,8	26,4	0,57	0,41	34,7	24,4	169,3	121,4
8.	Контроль (без обработки)	39,3	4,1	-	-	3,6	1,5	-	-	25,2	21,1	0,42	0,30	20,5	20,1	100	100
	НСР ₀₅	14,5	2,0	-	-	1,1	0,3	-	-	5,1	4,2	0,23	0,13	19,5	9,5	-	-
При однократной обработке																	
9.	<i>Триада, ККР - 0,6</i>	1,1	0,2	97,2	95,1	0,2	0,2	94,4	86,7	27,0	22,5	0,47	0,38	28,8	25,5	140,5	126,9
10.	<i>Терапевт Про, КС - 0,7</i>	0,9	0	97,7	100	0,2	0,1	94,4	93,3	27,7	23,9	0,53	0,31	32,6	27,3	159,0	135,8
11.	Контроль (без обработки)	39,3	4,1	-	-	3,6	1,5	-	-	25,2	21,1	0,42	0,30	20,5	20,1	100	100
	НСР ₀₅	32,5	4,4	-	-	2,5	0,3	-	-	9,5	11,3	0,30	0,34	35,4	17,8	-	-

Примечание: 1 – сорт Дарья
2 – сорт Ленинградская 6

Курсивом обозначены данные по эффективности препаратов, которые на момент проведения исследований находились в процессе регистрации

Тилт, КЭ в 2012 году шёл в качестве эталона, как один из базовых давно применяемых однокомпонентных фунгицидов, но выпускаемый в традиционной препаративной форме в виде концентрата эмульсии для защиты зерновых культур от целого комплекса болезней, проявляющихся в период вегетации. Исходя из данных, приведённых в таблице 8, в 2012 году этот препарат был высокоэффективен против бурой ржавчины (83,8-89,0%) и септориоза (90,2-96,8%). Более низкая биологическая эффективность отмечена против мучнистой росы (75,0-76,6%). Такие данные были получены при его применении на посевах яровой пшеницы сортов Дарья и Ленинградская 6 на фоне применения удобрений по схеме: внесение основного удобрения + две подкормки в период вегетации. Обработки этим фунгицидом пшеницы яровой сорта Дарья на фоне внесения только основного удобрения обеспечили его биологическую эффективность на уровне 47,8-77,8% против трёх вышеуказанных болезней. Такая закономерность, вероятно, связана с тем, что однократная обработка этим препаратом обеспечивает более высокую эффективность при его применении на более высоком инфекционном фоне, который имел место на посевах, на которых в период вегетации проводили дополнительные подкормки.

Таким образом, в наших исследованиях биологическая эффективность препарата Тилт, КЭ при однократном его применении в норме 0,5 л/га против бурой ржавчины, мучнистой росы и септориоза варьировала от 47,8-77,8% на фоне внесения основного удобрения до 76,6-96,8% на фоне внесения основного удобрения + подкормки в период вегетации, что доказывает его эффективность, несмотря на многолетнее использование (Петрова, Долженко, 2021).

Л.Д. Гришечкиной, Г.Ш. Котиковой и Т.И. Милютенковой (2000) была отмечена эффективность этого препарата против мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза на уровне 85,6-92,5% при более высоком развитии болезней в контроле 24,2-53,6%.

В наших исследованиях на массу 1000 зёрен этот препарат оказывал существенное влияние относительно контроля при его применении на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 6 (32,1 г (изучаемый препарат); 30,5 г (контроль) при НСР₀₅=1,2 г). Однократное применение этого препарата обеспечивало сохранение от 3,4 до 14,4% урожая.

Биологическая и хозяйственная эффективность препарата Титул 390, ККР была выше, чем у препарата Тилт, КЭ, что, очевидно, связано с его инновационной препаративной формой (Петрова, Долженко, 2021).

3.2.1.2 Эффективность двухкомпонентного фунгицида

Альто Турбо, КЭ (250+160 г/л)

Препарат Альто Турбо, КЭ в наших исследованиях был ярким представителем двухкомпонентного фунгицида с содержанием пропиконазола и ципроконазола. Отличием этого нового продукта является удвоенное по сравнению с препаратом Альто Супер, КЭ (и его аналогов) содержание ципроконазола в составе активных компонентов этого комбинированного фунгицида. Его биологическую эффективность мы изучали при 3-х нормах применения: 0,3; 0,4 и 0,5 л/га. Альто Супер, КЭ был взят в качестве эталона.

На рисунке 23 и в таблице 1 приложения 2 приведены данные по биологической эффективности этого препарата против септориозно-пиренофорозной пятнистости и бурой ржавчины при двукратном его применении на посевах яровой пшеницы сорта Ленинградская 97 при нормах применения 0,3; 0,4 и 0,5 л/га.

На 20-е сутки после проведения обработок против септориозно-пиренофорозной пятнистости была отмечена высокая биологическая эффективность как этого фунгицида во всех 3-х нормах применения, так и эталона (90,0-100%). На 26-е сутки после второй обработки эффективность так же была высокой в вариантах с препаратами (90,0-96,0%). Против бурой ржавчины оба препарата были высокоэффективны как на 20-е сутки после проведения обработок (90,5-100%), так и на 26-е сутки после второй обра-

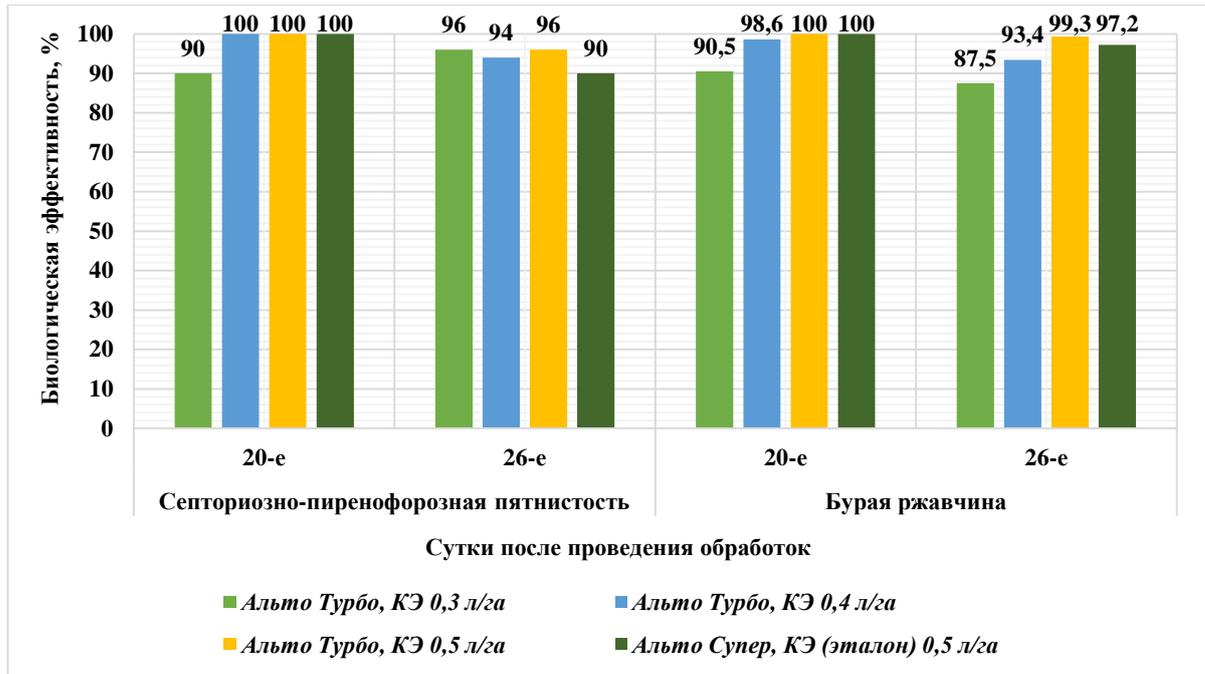


Рисунок 23. Биологическая эффективность препарата Альто Турбо, КЭ против листовых болезней (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2012 г.)

ботки (87,5-99,3%). Развитие септориозно-пиренофорозной пятнистости в текущем вегетационном сезоне было слабым (1,0-5,0%), а бурой ржавчины – колебалось от слабого до умеренного (7,4-28,9%). В связи с тем, что болезни проявились поздно и достигали не высокого развития, то обработки препаратами Альто Супер, КЭ и Альто Турбо, КЭ влияния на показатели урожайности не оказывали. Длительность защитного действия препарата против бурой ржавчины и септориозно-пиренофорозной пятнистости составила 30 дней.

В 2013 году был заложен повторный опыт по аналогичной схеме на посевах того же сорта, что и в предыдущий вегетационный сезон. Результаты биологической эффективности представлены на рисунке 24 и в таблице 1 приложения 2.

В текущем вегетационном сезоне нами было отмечено только слабое проявление септориозно-пиренофорозной пятнистости (2,9-4,1%). На 8-е сутки после второй обработки эффективность была высокой во всех вариантах с препаратами (82,8-96,6%), как и на 18-е сутки после окончания обработок (80,5-92,7%). По влиянию на показатели урожайности нами

отмечена такая же тенденция, как и в прошлом вегетационном сезоне, и она была связана с аналогичным характером проявления болезней. Длительность защитного действия препарата Альто Турбо, КЭ против септориозно-пиренофорозной пятнистости составила 20 дней.

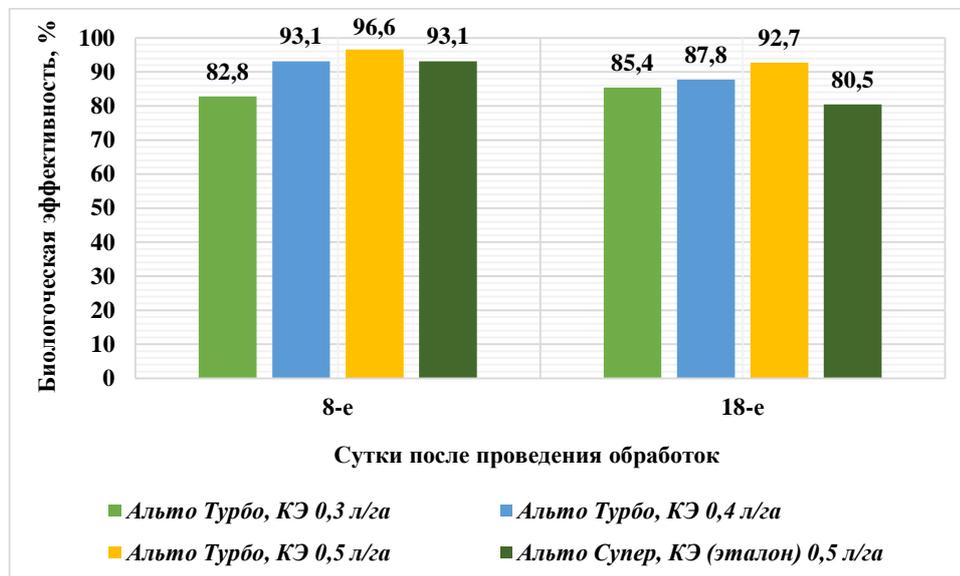


Рисунок 24. Биологическая эффективность препарата Альто Турбо, КЭ против септориозно-пиренофорозной пятнистости (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2013 г.)

Таким образом, эффективность препарата Альто Турбо, КЭ против септориозно-пиренофорозной пятнистости и бурой ржавчины была высокой не зависимо от нормы применения (82,8-100%). Однако, для двукратного применения достаточно нормы 0,4 л/га для защиты от этих болезней. Биологическая эффективность этого препарата при этой норме применения против указанных болезней составила 87,8-100%, не уступая эффективности эталона и обеспечивая сохранение 6,3-10,4% урожая.

В опытах по двукратному применению этого препарата в максимальной норме применения на разных сортах и фонах минерального питания эффективность его была на уровне 86,7-100% против бурой ржавчины и септориоза (табл. 10, 11). Существенное влияние на массу зерна с 1 колоса этот препарат оказал в случае его применения на посевах яровой пшеницы сорта Дарья при внесении только основного удобрения (0,43 г (изучаемый препарат); 0,24 г (контроль) при НСР₀₅ = 0,12 г). Использование двукратной

обработки препаратом Альто Турбо, КЭ приводило к сохранению 4,5-47,7% урожая.

В 2014 году этот препарат вошёл в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых для применения на территории Российской Федерации с учетом результатов наших исследований.

При использовании эталонного препарата Альто Супер, КЭ в 2013 году эффективность против бурой ржавчины составляла порядка 92,7-97,8%, а против септориозно-пиренофорозной пятнистости – 96,8-98,5% (табл. 9) (Кучерова, 2015). Установлено существенное влияние фунгицида Альто Супер, КЭ на массу 1000 зерен во всех вариантах опыта. На массу зерна с 1 колоса он оказал такое влияние только при его использовании на посевах яровой пшеницы сорта Ленинградская 6 на фоне полного комплекса удобрений (0,46 г (изучаемый препарат); 0,37 г (контроль) при $НСР_{05} = 0,07$ г). Существенная величина сохранённого урожая (19,1-31,3%) была отмечена при применении этого препарата в опытах на фоне полного комплекса удобрений.

Другими исследователями в разных регионах, была установлена достаточная биологическая эффективность этого препарата против мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза (Лысенко, Макеева, Прудникова и др., 2012; Туренко, Горяинова, 2016; Пасько, 2018; Гришечкина, 2018).

3.2.1.3 Эффективность трёхкомпонентных фунгицидов

(Триада, ККР (140+140+72 г/л); Капелла, МЭ (120+60+30 г/л),

Приаксор Макс, КЭ (30+140+72 г/л))

Триада, ККР в наших исследованиях фигурировал как современный трёхкомпонентный препарат с содержанием триазолов в инновационной препаративной форме в виде концентрата коллоидного раствора, преимуществом которой является высокая скорость проникновения действующих веществ в ткани защищаемой культуры и, как следствие,

обеспечение быстрого защитного эффекта против широкого спектра фитопатогенов в период вегетации.

В опытах по изучению биологической эффективности этого фунгицида при трёх нормах применения (0,4; 0,5 и 0,6 л/га), проводимых в 2013 году, препарат Амистар Трио, КЭ шёл в качестве эталона. Этот опыт был проведён на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 97.

На 23- и 32-е сутки после однократной обработки изучаемый препарат (87,8-93,1%) и эталон (95,1-96,6%) были высокоэффективны против септориозно-пиренофорозной пятнистости при слабом развитии болезни в контроле (2,9-4,1%) (рис. 25; табл. 2 приложения 2). На этом же фоне была отмечена так же высокая эффективность препаратов Триада, ККР и Амистар Трио, КЭ (87,8-100%) при двукратном их использовании в максимальных нормах применения. Существенное положительное влияние на массу 1000 зерен отмечено практически во всех вариантах опыта (33,1-34,4 г (изучаемый препарат); 30,2 г (контроль) при $НСР_{05} = 2,7$ г), за исключением однократного применения препарата Амистар Трио, КЭ (31,9 г). Несмотря на то, что существенного влияния на величину сохранённого урожая относительно

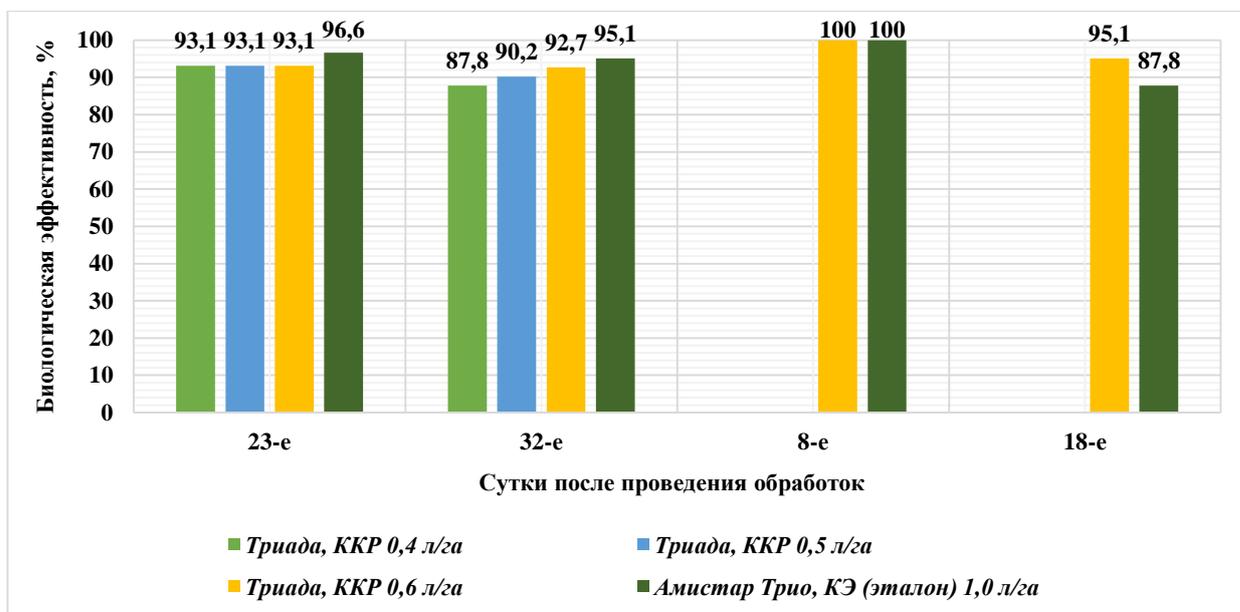


Рисунок 25. Биологическая эффективность препарата Триада, ККР против септориозно-пиренофорозной пятнистости (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2013 г.)

контроля не наблюдалось, она в этой серии опытов варьировала от 6,0 до 22,2%. Длительность защитного действия препарата против пятнистостей составила более 30 дней. Наиболее оптимальными нормами применения для защиты пшеницы яровой от пятнистостей были нормы 0,5-0,6 л/га. При этих нормах применения однократная обработка препаратом Триада, ККР обеспечивает биологическую эффективность против септориозно-пиренофорозной пятнистости на уровне 90,2-93,1% при сохранении 6,0-13,2% урожая.

В 2014 году при изучении препарата Триада, ККР была установлена его высокая эффективность как против бурой ржавчины (95,1-100%), так и против септориоза (86,7-100%) (табл. 10, 11) (Кучерова, 2016). На массу 1000 зерен этот препарат оказал существенное влияние при его однократном использовании на посевах пшеницы яровой сорта Дарья на фоне внесения основного удобрения (27,5 г (изучаемый препарат); 19,5 г (контроль) при $НСР_{05} = 6,1$ г). На массу зерна с 1 колоса этот препарат оказал существенное влияние в этом же варианте опыта (0,45 г (изучаемый препарат); 0,24 г (контроль) при $НСР_{05} = 0,11$ г), но ещё и при его двукратной обработке (0,40 г (изучаемый препарат); 0,24 г (контроль) при $НСР_{05} = 0,12$ г). Существенная величина сохранённого урожая при однократном применении препарата Триада, ККР в варианте опыта с внесением основного удобрения на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 6 составила 34%.

С учетом результатов наших исследований в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов... препарат Триада, ККР был включён в 2015 году.

В 2015 году нами была изучена эффективность ещё одного трёхкомпонентного триазолсодержащего препарата Капелла, МЭ, являющегося системным комбинированным фунгицидом, предназначенным для защиты зерновых культур против широкого спектра фитопатогенов. Опыты были заложены на посевах яровой пшеницы сорта Ленинградская 97 в Гатчинском районе Ленинградской области при однократном применении

этого фунгицида в нормах 0,8; 0,9 и 1,0 л/га. Эталонами к этому фунгициду служили два препарата с нанопрепаративной формой в виде концентратов коллоидных растворов (Титул 390, ККР и Триада, ККР), а также трёхкомпонентный препарат с традиционной препаративной формой (Фалькон, КЭ (250 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л триадименола). В отличие от препарата Триада, ККР, препарат Капелла, МЭ содержит в своем составе другую комбинацию действующих веществ из класса триазолов в виде ещё одной инновационной препаративной формы – микроэмульсии.

Результаты по биологической эффективности этого препарата против септориоза представлены на рисунке 26 и в таблице 3 приложения 2.

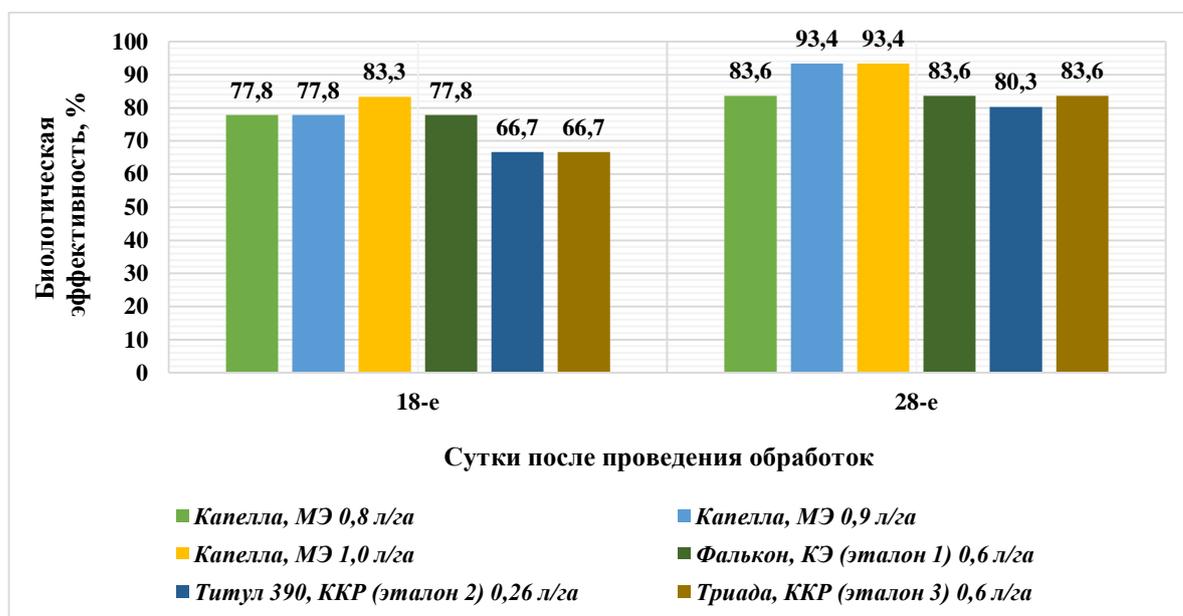


Рисунок 26. Биологическая эффективность препарата Капелла, МЭ против септориоза (Ленинградская область, ООО "Славянка-М", 2015 г.)

На 18-е сутки после обработок изучаемый препарат против септориоза был эффективен на 77,8-83,3% в зависимости от нормы применения, а на 28-е сутки - на 83,6-93,4%. Эффективность эталонов при этом варьировала от 66,7-77,8% до 80,3-83,6% при развитии болезни в контроле 1,8-6,1%.

Биологическая эффективность против мучнистой росы в вариантах с препаратами на 8-, 18- и 28-е сутки после проведения обработок была высокой, как в варианте с изучаемым препаратом, так и в вариантах с

эталоны (93,5-100%) при развитии болезни в контроле 4,6-5,4-10,9% (рис. 27, табл. 3 приложения 2).

Длительность защитного действия препарата против септориоза и мучнистой росы составила более 30 дней (Петрова, Гультяева, Кунгурцева, 2018).

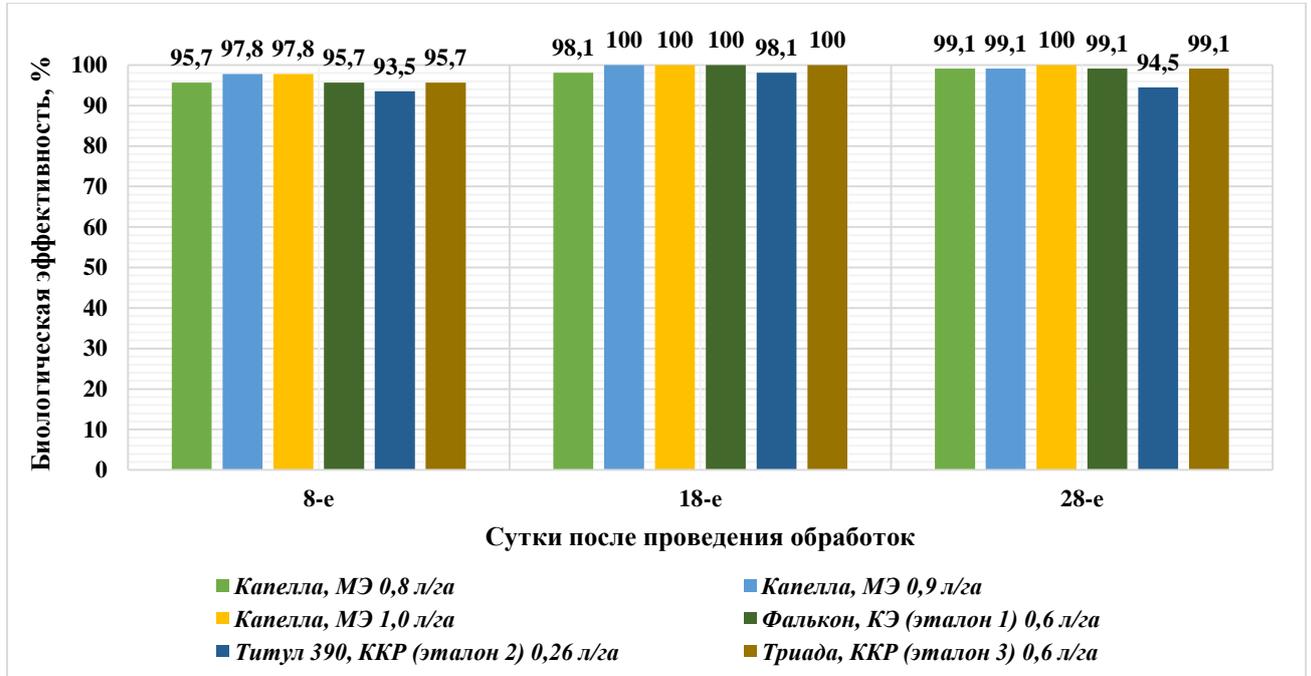


Рисунок 27. Биологическая эффективность препарата Капелла, МЭ против мучнистой росы (Ленинградская область, ООО "Славянка-М", 2015 г.)

В связи с тем, что септориоз и мучнистая роса в период проведения исследования достигали незначительного развития, влияния обработок препаратами в этой серии опытов на показатели урожайности не было отмечено. Величина сохранённого урожая составляла порядка 8,8-13,1% относительно контроля.

В связи с вышеизложенным оптимальными регламентами применения этого препарата против мучнистой росы и септориоза стоит считать нормы применения 0,8-1,0 л/га. Биологическая эффективность однократного применения этого препарата в этих нормах составила 77,8-93,4% (против септориоза) и 95,7-100% (против мучнистой росы) при величине сохранённого урожая 9,4%.

Препарат Капелла, МЭ с учётом наших исследований включен в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов... в 2017 году.

Препарат Приаксор Макс, КЭ – это фунгицид с широким спектром действия в отношении патогенов зерновых культур, несомненным преимуществом которого является сочетание в своём составе действующих веществ из трёх перспективных групп действующих веществ: стробилуринов (пираклостробин), пиразол-карбоксамидов (флуксапироксада) и триазолов (пропиконазола). Наличие такой комбинации действующих веществ обуславливает удобство для его широкого использования в антирезистентных стратегиях защиты пшеницы яровой от листовых фитопатогенов.

Биологическую эффективность препарата Приаксор Макс, КЭ изучали при 4-х нормах применения: 0,5; 0,75; 0,9 и 1,0 л/га. Фунгицид Амистар Трио, КЭ был взят в качестве эталона.

В 2016 году по эффективности против пиренофорозно-септориозной пятнистости на посевах пшеницы яровой сорта Дарья на 13-е сутки после проведения обработки в вариантах с препаратами биологическая эффективность варьировала от 80,0% до 92,2%, снижаясь к 34-м суткам после опрыскивания до 64,9-83,0% при развитии болезни в контроле до 57,5% (рис. 28, табл. 4 приложения 2, рис. 1-6 приложения 3).

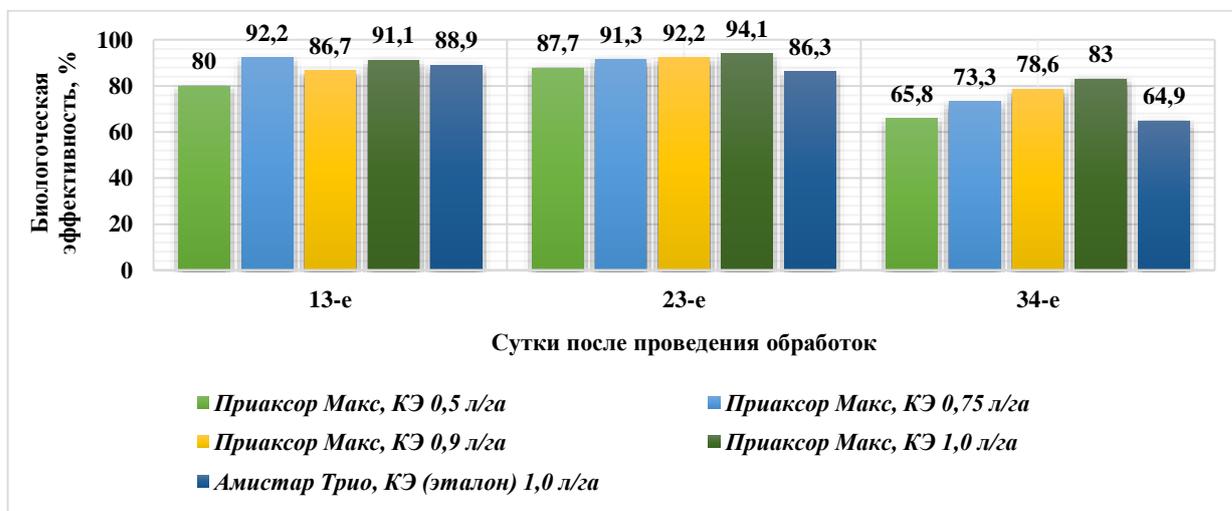


Рисунок 28. Биологическая эффективность препарата Приаксор Макс, КЭ против пиренофорозно-септориозной пятнистости (Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2016 г.)

Против мучнистой росы была отмечена практически 100%-я эффективность препаратов на протяжении всего периода проведения учётов при слабом развитии болезни в контроле (4,6%). Исключение составила только эффективность изучаемого препарата на 13-е сутки после проведения обработок при нормах применения 0,5 и 0,75 л/га, которая в этих вариантах опыта составила по 94,7%.

Масса зерна с 1 колоса и масса 1000 зерен в вариантах с препаратами (0,61-0,67 г и 32,5-36,3 г (Приаксор Макс, КЭ) и 0,68 г и 33,3 г (Амистар Трио, КЭ)) существенно отличалась только по отношению к контролю (0,51 г и 28,4 г) при НСР₀₅ соответственно 0,1 г и 3,9 г. Достоверная величина сохранённого урожая относительно контроля (40,0%) получена нами в варианте с изучаемым препаратом в максимальной норме применения 1,0 л/га (32,2 ц/га (изучаемый препарат); 23,0 ц/га (контроль) при НСР₀₅=6,3 ц/га). При нормах применения 0,5-0,9 л/га эта величина составляла порядка 23,5-27,0%.

В 2017 году против мучнистой росы как изучаемый препарат при всех 4-х нормах применения (0,5; 0,75; 0,9 и 1,0 л/га), так и эталон к нему на 9-, 21-, 34-е сутки после проведения обработок были на 100% эффективны при слабом развитии болезни в контроле 0,5-1,7-4,0%.

Против пиренофорозно-септориозной пятнистости эффективность изучаемого препарата варьировала от 59,5-81,1% (на 9-е сутки после проведения обработок) до 83,4-96,0% (на 34-е сутки после проведения обработок) при развитии болезни в контроле 3,7-25,3% (рис. 29, табл. 4 приложения 2). Эталон при этом был эффективен на 78,4-89,2%.

Существенное влияние на массу 1000 зерен относительно контроля отмечено в вариантах опыта с изучаемым препаратом при нормах применения 0,75-1,0 л/га (35,1-35,2 г) и эталоном (35,4 г) при 32,7 г в контроле и НСР₀₅=2,1 г. Величина сохранённого урожая в вариантах с препаратами варьировала от 2,7 до 8,1%.

Длительность защитного действия препарата Приаксор Макс, КЭ против пиренофорозно-септориозной пятнистости и мучнистой росы как в 2016, так и в 2017 году составляла более 30 дней.

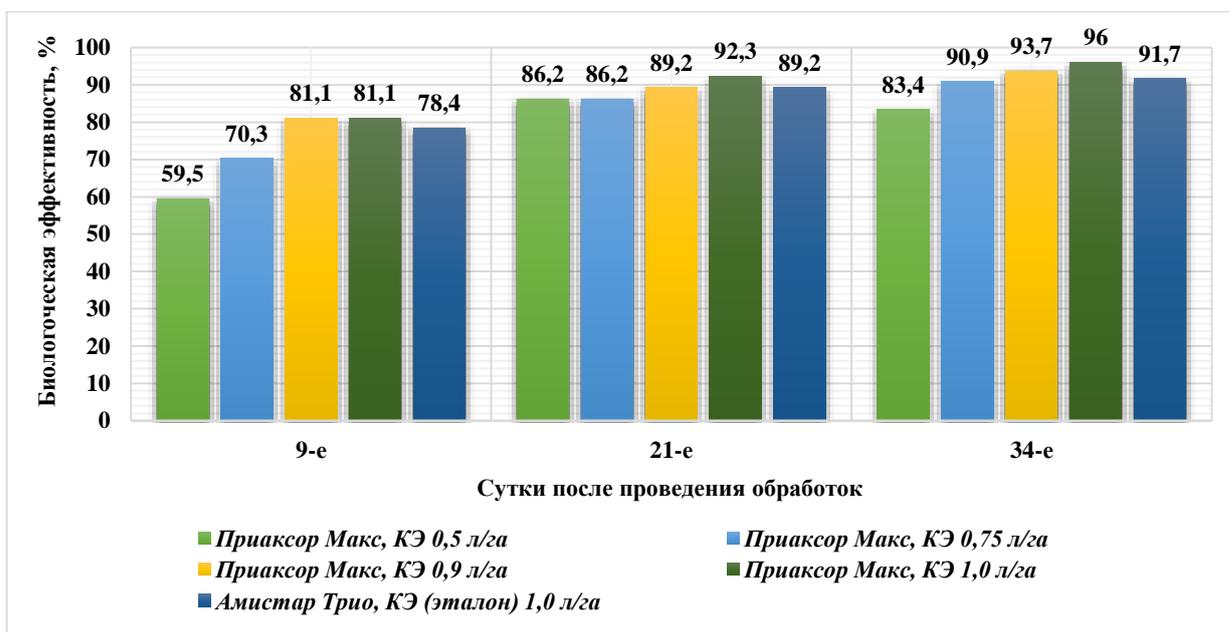


Рисунок 29. Биологическая эффективность препарата Приаксор Макс, КЭ против пиренофорозно-септориозной пятнистости (Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2017 г.)

Не смотря на высокую биологическую эффективность изученного препарата при нормах применения 0,75-1,0 л/га и удачное сочетание в своем составе флуксапироксада, пираклостробина и пропиконазола Приаксор Макс, КЭ до сих пор не зарегистрирован в качестве фунгицида для защиты пшеницы яровой на территории Российской Федерации. Однако, этот препарат в настоящее время зарегистрирован для использования на территории Белоруссии. Использование этого препарата однократно при норме применения 0,75-0,9 л/га обеспечило бы эффективную защиту пшеницы яровой от пятнистостей и мучнистой росы. Эффективность при этих нормах применения против пиренофорозно-септориозной пятнистости составляла 73,3-96,0%, а против мучнистой росы – 94,4-100% при величине сохранённого урожая от 4,1 до 27,0%.

При выборе эталонного препарата Амистар Трио, КЭ, мы руководствовались результатами наших исследований по его эффективности

против бурой ржавчины, мучнистой росы, септориоза и септориозно-пиренофорозной пятнистости (табл. 8-11). В результате изучения биологической эффективности препарата Амистар Трио, КЭ в более ранних исследованиях было установлено, что он был так же высокоэффективен против мучнистой росы (85,0-100%), бурой ржавчины (92,0-100%), септориоза (60-100%) и пиренофороза (60-90%) (Соколова, 2002; Гришечкина, Силаев, Коренюк, 2013; Туренко, Горяинова, 2016; Гришечкина, 2018).

3.2.2 Эффективность фунгицидов на основе тебуконазола

3.2.2.1 Эффективность двухкомпонентного фунгицида

Эвито Т, КС (180+250 г/л)

Эвито Т, КС нами был взят в исследование как комбинированный локально-системный фунгицид с продолжительным защитным и лечебным действием для защиты от комплекса заболеваний на зерновых культурах. Такие преимущества этому препарату обеспечивает уникальная комбинация действующих веществ из химических групп триазолов (тебуконазола) и стробилуринов (флуоксастробина) в традиционной препаративной форме.

Препарат Эвито Т, КС был изучен в трёх нормах применения: 0,5; 0,7 и 1,0 л/га на посевах яровой пшеницы сорта Дарья. В опытах по однократному применению эталоном был препарат Абакус Ультра, СЭ (62,5 г/л эпоксиконазола + 62,5 г/л пираклостробина). Для изучения его биологической эффективности при двукратном его использовании в максимальной норме применения в схему опыта был добавлен дополнительный эталон – Фоликур, КЭ на основе тебуконазола.

Результаты оценки биологической эффективности этого препарата против септориозно-пиренофорозной пятнистости приведены на рисунке 30 и в таблице 5 приложения 2.

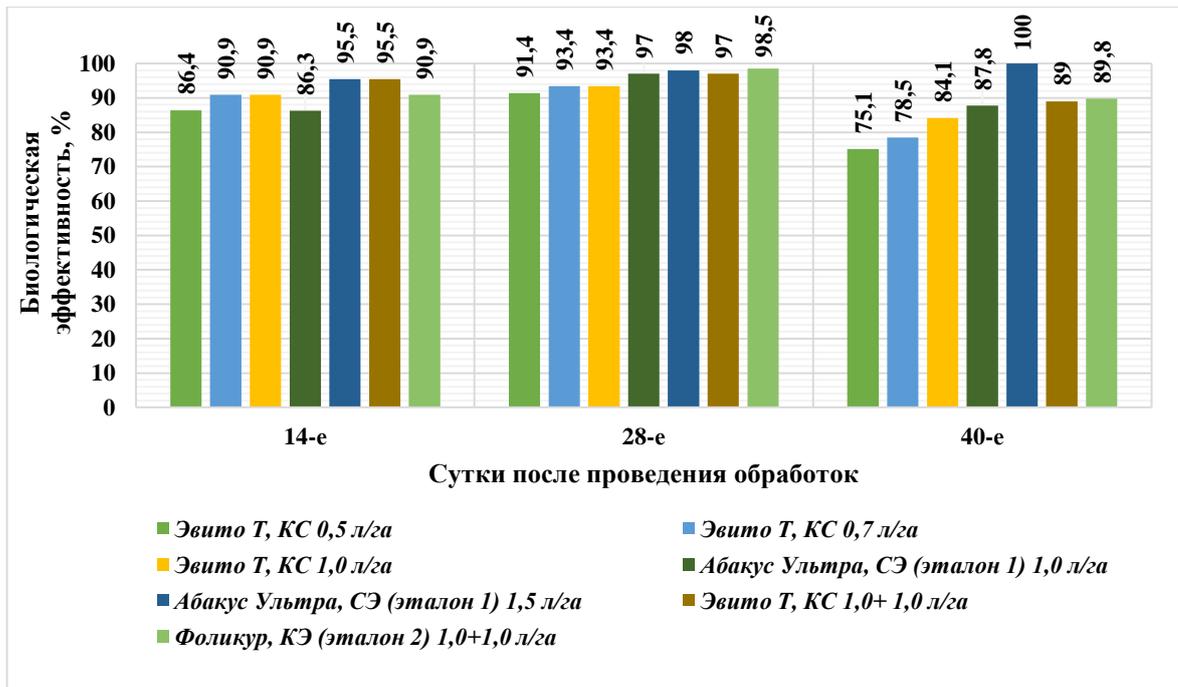


Рисунок 30. Биологическая эффективность препарата Эвито Т, КС против септориозно-пиренофорозной пятнистости (Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2015 г.)

На 14-е сутки после однократной обработки посевов яровой пшеницы сорта Дарья изучаемый препарат при трёх нормах применения по эффективности против септориозно-пиренофорозной пятнистости (86,4-90,9%) был близок эталону Абакус Ультра, СЭ (86,3-95,5%), так же, как и при его двукратном применении (95,5%) эталону Фоликур, КЭ (90,9%). К 28-м суткам после проведения обработок такая же тенденция сохранялась. К 40-м суткам после обработок эффективность изучаемого препарата в зависимости от нормы применения и кратности колебалась от 75,1 до 89,0% при эффективности эталонов 87,8-100%. Развитие болезни в период проведения исследований - до 24,5% (Петрова, Гришечкина, Здрожевская, 2021).

На рисунке 31 и в таблице 5 приложения 2 представлены результаты изучения эффективности этого препарата против мучнистой росы.

Против этого заболевания существенных отличий между препаратами по их действию на патоген не отмечалось. Их эффективность была высокой и на 14, 28 и 40-е сутки после проведения обработок и колебалась в узких

пределах от 93,6 до 100%. Развитие мучнистой росы в год изучения этого препарата – до 16,3%.

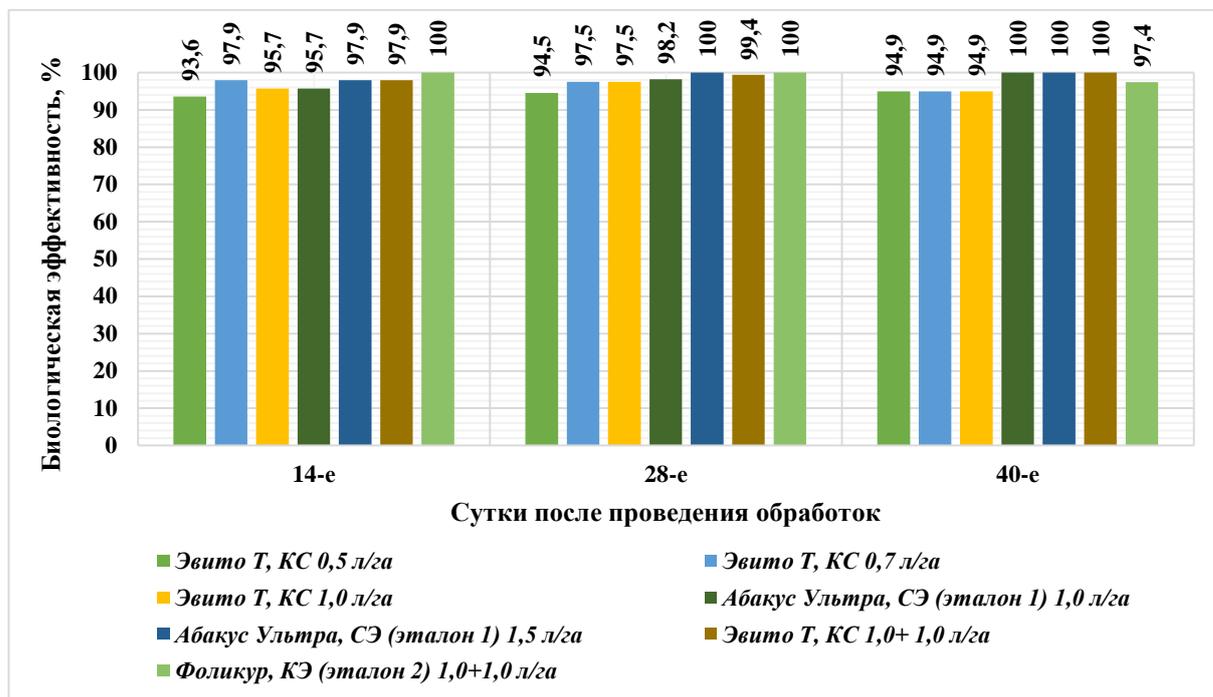


Рисунок 31. Биологическая эффективность препарата Эвито Т, КС против мучнистой росы (Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2015 г.)

Длительность защитного действия препарата Эвито Т, КС против пятнистостей и мучнистой росы составила более 40 дней.

Применение этих препаратов на массу зерна с 1 колоса влияния не оказало. Существенное влияние обработок фунгицидами на массу 1000 зерен по отношению к контролю отмечено при максимальной норме применения препарата Эвито Т, КС не зависимо от кратности обработок (43,5-44,4 г) и при двукратном применении препарата Фоликур, КЭ (43,2 г) при $НСР_{05} = 2,6$ г и массе 1000 зерен в контроле 39,6 г. Существенная величина сохранённого урожая (28,7%) была в варианте с двукратным применением изучаемого препарата при максимальной норме применения при $НСР_{05} = 11,9$ ц/га и урожайности в контроле - 46,3 ц/га и в опыте - 59,7 ц/га (Петрова, Гришечкина, Здрожевская, 2021).

Для эффективной защиты пшеницы яровой от мучнистой росы и пятнистостей листьев достаточно однократной обработки препаратом Эвито Т, КС при норме применения 0,7 л/га. Его эффективность при этой норме

применения против септориозно-пиренофорозной пятнистости достигала 78,5-93,4%, а против мучнистой росы – 94,9-97,9% при величине сохранённого урожая 15,8%.

Изучение биологической эффективности и разработка регламентов применения препарат Эвито Т, КС послужило основанием для включения его в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов (2020 г).

Фунгицид Абакус Ультра, СЭ, взятый нами в качестве эталона к изучаемому препарату в исследованиях других авторов обладал достаточной биологической эффективностью против бурой ржавчины (86,5-100%), мучнистой росы (74,0-96,0%), а против септориоза - только 50,0-78,4%. (Немченко, Кекало, Заргарян, 2015; Доронин, Ледовский, Кривошеева, 2018).

При двукратном применении препарата Фоликур, КЭ, выбранного нами как эталонный, на посевах сорта Дарья и Ленинградская 6 в 2013 году он был высокоэффективен (96,0-100%) против бурой ржавчины и септориозно-пиренофорозной пятнистости (табл. 9) (Кучерова, Тютюрев, 2015).

Практически аналогичные данные по биологической эффективности препарата Фоликур, КЭ получены в более ранних исследованиях. Против мучнистой росы, септориоза и бурой ржавчины она варьировала от 54,0% до 100%, а двукратное применение этого фунгицида против мучнистой росы и септориоза обеспечило эффективность на уровне 73,4-75,2% (Гришечкина, Котикова, Милютенкова, 2000; Павлова, Кожуховская, Милютенкова, 2002; Туренко, Горяинова, 2016).

3.2.2.2 Эффективность трёхкомпонентных фунгицидов

(Солигор, КЭ (224+167+43 г/л); Ютака, СЭ (350+100+6,3 г/л))

Солигор, КЭ – трёхкомпонентный системный фунгицид для защиты зерновых культур профилактического, лечебного и искореняющего действия. Основным отличием этого препарата от фунгицида Фалькон, КЭ, взятого в качестве эталона с практически аналогичным составом является содержание в нем действующего вещества с улучшенными по сравнению с триазолами

биологическими свойствами (медленное проникновение с продолжительным действием) - протиоконазола из химической группы триазолинтионов.

В 2015 году в Гатчинском районе нами была изучена биологическая эффективность этого препарата против септориозно-пиренофорозной пятнистости и мучнистой росы.

На 14-е сутки после проведения обработок (рис. 32, табл. 6 приложения 2) практически во всех вариантах с препаратами была отмечена 100%-я эффективность, за исключением однократного применения изучаемого препарата при нормах применения 0,4-0,6 л/га (86,5-95,5%). К 40-м суткам после обработок высокая эффективность сохранилась во всех вариантах опыта (89,4-100%), и даже при однократной обработке препаратом Солигор, КЭ в минимальной норме применения она почти не снизилась и составила 83,7%. Развитие болезни в течение вегетационного периода находилось на уровне 24,5%.

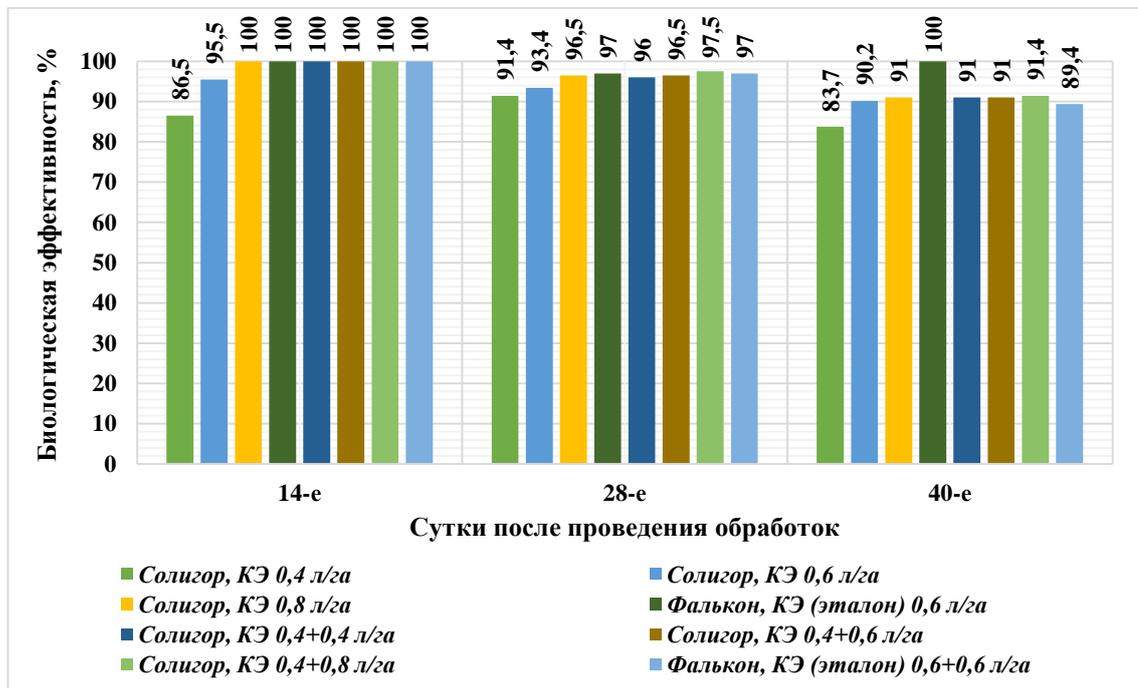


Рисунок 32. Биологическая эффективность препарата Солигор, КЭ против септориозно-пиренофорозной пятнистости (Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2015 г.)

Против мучнистой росы на 14, 28 и 40-е сутки после обработок препараты показали высокую эффективность (95,7-100%) не зависимо от

нормы и кратности применения (рис. 33, табл. 6 приложения 2) при развитии болезни в контроле до 16,3%.

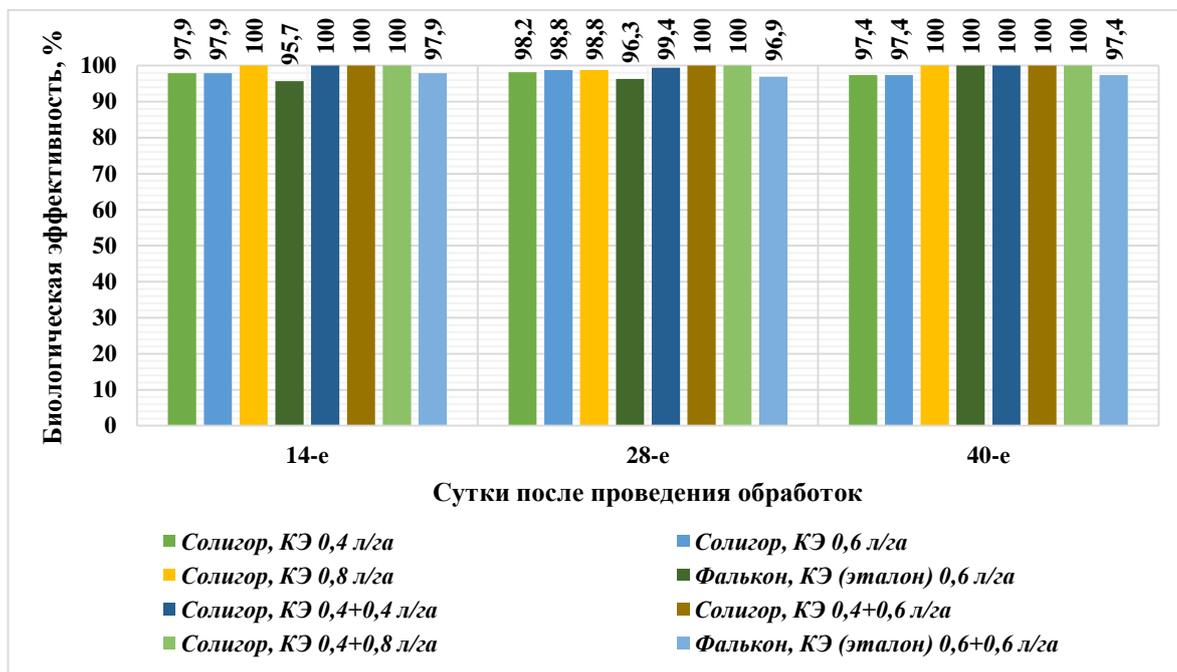


Рисунок 33. Биологическая эффективность препарата Солигор, КЭ против мучнистой росы (Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2015 г.)

Длительность защитного действия изучаемого фунгицида против септориозно-пиренофорозной пятнистости и мучнистой росы составила более 40 дней.

Существенное положительное влияние на массу зерна с 1 колоса установлено при применении изучаемого препарата в максимальной норме применения как однократно, так и двукратно, как и в случае с эталоном (1,13-1,26 г (Солигор, КЭ и Фалькон КЭ); 0,90 г (контроль); НСР₀₅ = 0,2 г). Масса 1000 зерен практически во всех вариантах с препаратами колебалась в узких пределах от 42,8 до 44,8 г (в контроле 39,6 г при НСР₀₅ = 2,5 г.); при минимальной норме и кратности применения препарата Солигор, КЭ она составила 42,6 г. Достоверные прибавки урожайности относительно контроля также получены практически во всех вариантах опыта за исключением варианта с минимальной нормой и кратностью обработок Солигором, КЭ. Они составили порядка 27,4-42,3% (при урожайности 59,0-65,9 ц/га; в контроле – 46,3 ц/га при НСР₀₅ = 10,4 ц/га) (Петрова, Долженко, 2017).

В ряде работ была отмечена высокая эффективность препарата Фалькон, КЭ против мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза, которая составляла порядка 66,0-100% (Павлова, Кожуховская, Дорофеева, 2002; Сорока, 2009; Немченко, Кекало, Заргарян, 2015).

Стоит отметить, что замена триадименола на протиоконазол обеспечила такую же высокую эффективность изучаемому препарату, как у эталона. Однако, содержание в его составе спирокарбама и тебуконазола ниже, чем у эталонного препарата, что позволило снизить токсическую и экологическую нагрузку препарата на объекты агроценоза.

Использование двукратной обработки этим препаратом при нормах применения 0,4-0,6 л/га оказалось наиболее приемлемым для эффективной защиты пшеницы яровой от мучнистой росы и пятнистостей листьев. Его эффективность против септориозно-пиренофорозной пятнистости при этих регламентах составила 91,0-100%, против мучнистой росы – 99,4-100% при величине сохранённого урожая 27,4-38,4%.

В 2020 году препарат Солигор, КЭ с учётом наших исследований был зарегистрирован в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых для использования на территории Российской Федерации.

Ютака, СЭ нами был взят в исследование как ещё один комбинированный фунгицид с профилактическим, защитным и искореняющим действием с содержанием нового действующего вещества (цифлуфенамида).

Изучение биологической эффективности этого фунгицида нами проводилось в 2015 году в Гатчинском районе Ленинградской области на посевах яровой пшеницы сорта Дарья.

На 15-е сутки после однократной обработки изучаемым препаратом его эффективность против пиренофорозно-септориозной пятнистости в нормах применения 0,8-1,4 л/га составила 74,4-82,9%, что было ниже этого показателя в эталоне Амистар Трио, КЭ (95,1%) (рис. 34, табл. 7 приложения 2, рис. 1-6 приложения 4). Такая же тенденция отмечалась и на 22-е и 33-и

сутки после проведения обработок. На момент окончания проведения учётов эффективность изучаемого препарата составила всего лишь 25,1-45,4%, а эталона – 64,7%. Развитие болезни в период проведения опыта достигало 57,3%. Длительность действия против пиренофорозно-септориозной пятнистости составляла до 20 дней.

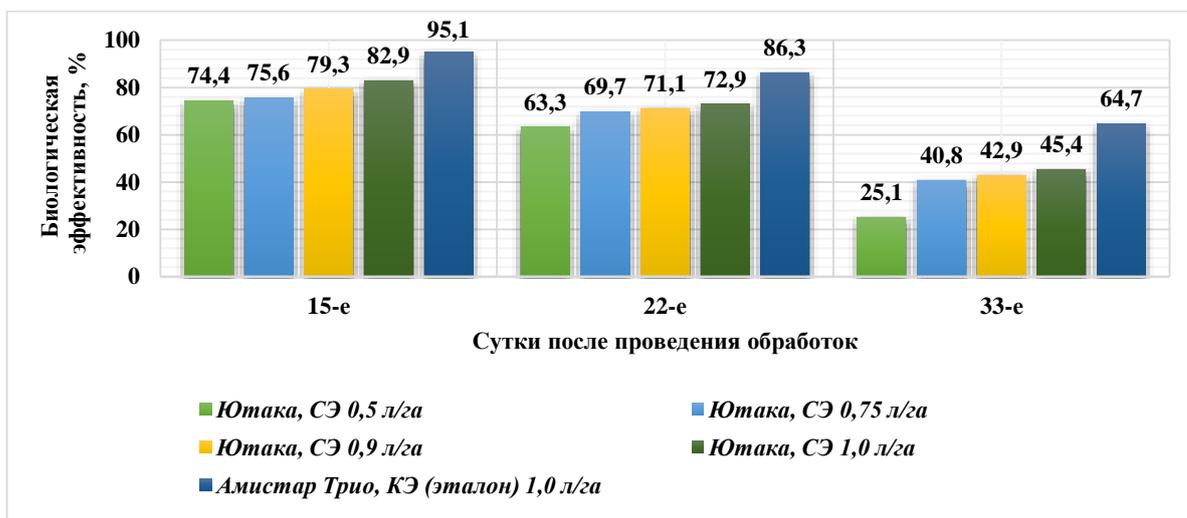


Рисунок 34. Биологическая эффективность препарата Ютака, СЭ против пиренофорозно-септориозной пятнистости (Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2016 г.)

По эффективности против мучнистой росы ситуация складывалась иным образом. На 15-е сутки после обработки 100%-я биологическая эффективность была отмечена у изучаемого препарата при нормах применения 1,2-1,4 л/га и эталона; при нормах применения 0,8-1,0 л/га она составила 93,5-96,8%. На 22-е и 33-и сутки после обработок 100%-я эффективность была отмечена во всех вариантах опыта. Развитие мучнистой росы было слабым (4,6%). Длительность действия против этого заболевания составляла более 30 дней.

По массе зерна с 1 колоса и массе 1000 зерен существенные отличия по отношению к контролю наблюдались только в варианте с эталоном (0,68 г и 33,3 г (Амистар Трио, КЭ); 0,51 г и 28,4 г (контроль) при $НСР_{05} = 0,1$ г и 2,8 г). Существенная величина сохранённого урожая по отношению к контролю была получена в вариантах с изучаемым препаратом в норме применения 1,4

л/га (19,6% при урожайности 27,5 ц/га) и эталоном (25,7% при урожайности 28,9 ц/га) при $НСР_{05} = 3,8$ ц/га (в контроле – 23,0 ц/га).

В связи с низкой биологической эффективностью против пятнистостей этот препарат после первого года исследований нами больше не изучался. При всех изучаемых нормах применения эффективность после 20-х суток после проведения обработок составляла лишь 63,3-72,9 %, а после 30-х суток – 25,1-45,4% при сохранении 1,3-19,6% урожая и эффективности против мучнистой росы на уровне 93,5-100%.

3.2.3 Эффективность фунгицидов на основе стробилуринов

3.2.3.1 Эффективность фунгицида на основе пираклостробина

Оптимо, КЭ (200 г/л)

Оптимо, КЭ нами был взят в исследование как однокомпонентный фунгицид с содержанием действующего вещества из класса стробилуринов (пираклостробина) в традиционной препаративной форме в виде концентрата эмульсии.

Эффективность этого препарата при однократной обработке в нормах применения 0,5 и 1,0 л/га нами изучалась в 2012 и 2013 годах на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 97. Эталоном к нему был двухкомпонентный препарат Амистар Экстра, СК (200 г/л азоксистробина + 80 г/л ципроконазола).

Против септориозно-пиренофорозной пятнистости на 27-е сутки после проведения обработки эффективность изучаемого препарата при двух нормах применения составляла 40,0-60,0% и уступала эталону (100%), а на 32-е сутки после обработки, когда эффективность эталона составила 98%, препарат Оптимо, КЭ полностью прекратил сдерживание этого заболевания (рис. 35, табл. 8 приложения 2). Развитие болезни при этом было слабым (5,0%).

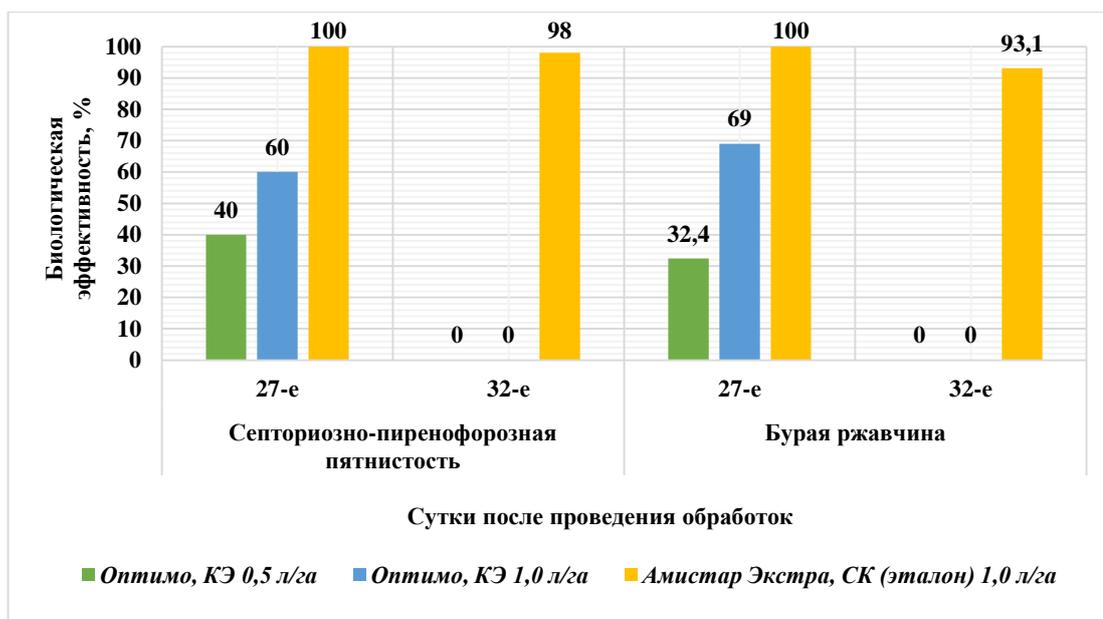


Рисунок 35. Биологическая эффективность препарата Оптимо, КЭ против листовых болезней (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2012 г.)

Такая же тенденция по эффективности была отмечена против бурой ржавчины: во время проведения исследований эталон против этого возбудителя болезни был высокоэффективен (93,1-100%), а эффективность изучаемого препарата составила на 27-е сутки после обработки только лишь 32,4-69,0% при развитии болезни 7,4-28,9%.

Биологическая эффективность изучаемого препарата против септориозно-пиренофорозной пятнистости в 2013 году так же была низкой. На 23-е и 32-е сутки после проведения обработок при норме применения 0,5 л/га она составила 17,1-27,6%, а в норме применения 1,0 л/га – 51,2-58,6% при высокой эффективности в варианте с эталоном (92,7-100%) и слабом развитии болезни (4,1%) (рис. 36, табл. 8 приложения 2). Длительность действия изучаемого препарата против этого заболевания, так же, как и в прошлом вегетационном сезоне против остальных заболеваний не превышала 20 дней.

Амистар Экстра, СК (эталон) и в более ранних исследованиях проявлял высокую биологическую эффективность против мучнистой росы на уровне 56,7-100% при развитии болезни в контроле 7,6-62,5%; против септориоза - 44,5-99,0% при развитии этого заболевания 3,0-89,5% и против бурой

ржавчины 58,4-100% при развитии болезни 4,6-89,5%. Его использование приводило к 9,8-23,6% сохранённого урожая (Лысенко, Макеева, Прудникова, 2012; Гришечкина, Силаев, Коренюк, 2013; Туренко, Горяинова, 2016; Гришечкина, 2018).

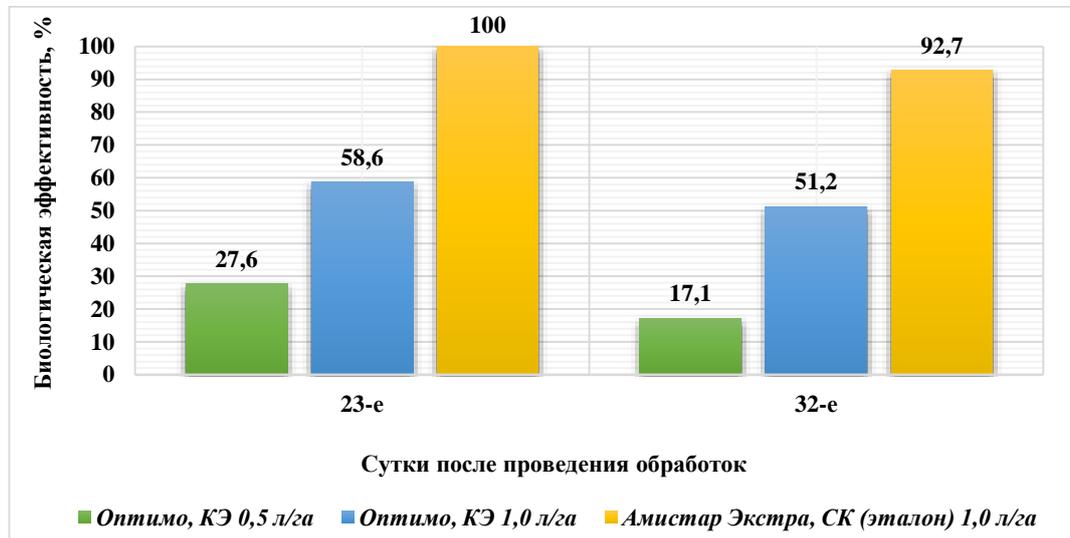


Рисунок 36. Биологическая эффективность препарата Оптимом, КЭ против септориозно-пиренофорозной пятнистости (2013 г, Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2013 г.)

В связи с недостаточной биологической эффективностью против комплекса болезней пшеницы яровой этот препарат не был зарегистрирован для защиты этой культуры на территории Российской Федерации.

3.2.3.2 Эффективность фунгицида на основе крезоксим-метила Терапевт Про, КС (125+125+80 г/л)

Препарат с интересным названием Терапевт Про, КС нами изучался как комплексный системный фунгицид с содержанием действующих веществ из группы триазолов и стробилуринов для защиты зерновых культур от комплекса болезней в период вегетации.

Эффективность однократного применения этого препарата при нормах применения 0,5, 0,6 и 0,7 л/га нами была изучена в 2012 году на посевах яровой пшеницы сорта Ленинградская 97. Эталоном в этом опыте являлся препарат Амистар Трио, КЭ. Эти данные представлены на рисунке 37 и в таблице 9 приложения 2.

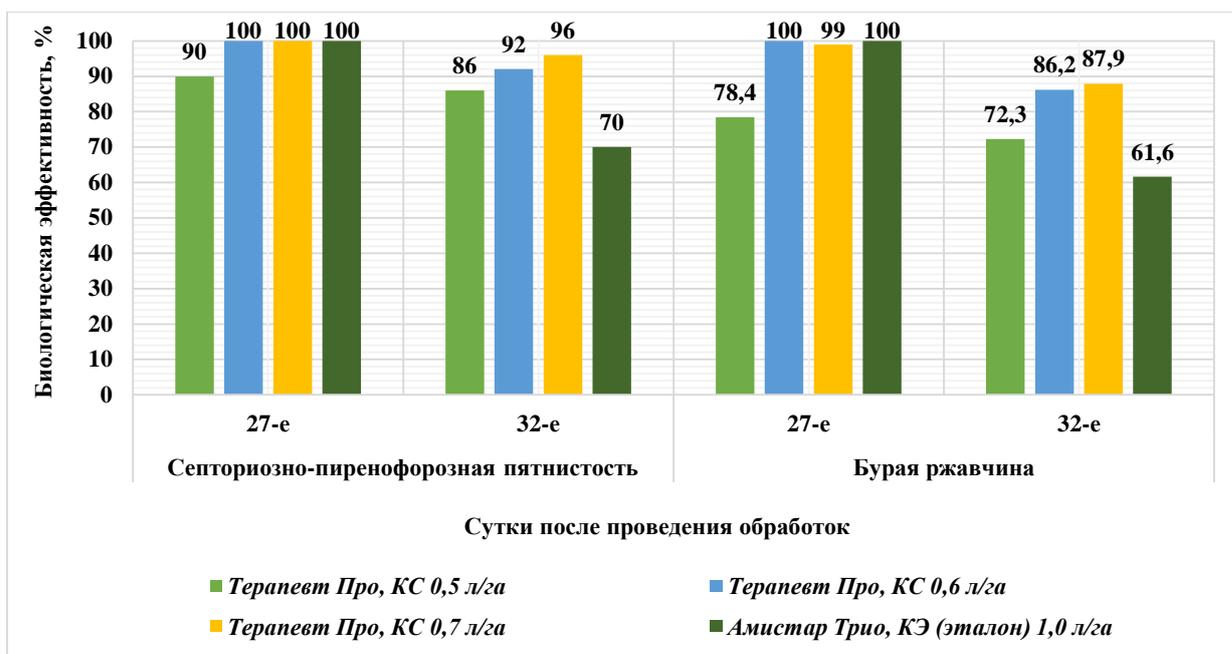


Рисунок 37. Биологическая эффективность препарата Терапевт Про, КС против листовых болезней (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2012 г)

На 27-е сутки после проведения обработок высокая эффективность против септориозно-пиренофорозной пятнистости (90-100%) была отмечена во всех вариантах опыта с препаратами. К 32-м суткам после обработки она осталась таковой только при применении изучаемого препарата во всех 3-х нормах применения (86,0-96,0%), у эталона она находилась на уровне 70,0%. Развитие болезни при этом было слабым (5,0%).

Против бурой ржавчины на 27-е сутки после обработок высокая эффективность наблюдалась во всех вариантах с препаратами (99,0-100%) за исключением препарата Терапевт Про, КС при норме применения 0,5 л/га (78,4%). На 32-е сутки после обработок изучаемый препарат при нормах применения 0,6-0,7 л/га (86,2-87,9%) существенно превышал эталон (61,6%). Развитие бурой ржавчины достигало 28,9%.

На показатели урожайности использование вышеупомянутых препаратов влияние не оказало в связи с поздним проявлением заболеваний и не высоким их развитием. Длительность действия препарата против этих заболеваний составляла более 30 дней.

Согласно вышеприведённым данным против бурой ржавчины и пятнистостей листьев однократные обработки препаратом Терапевт Про, КС

целесообразно проводить при нормах применения 0,6-0,7 л/га. Биологическая эффективность этого препарата в этих регламентах против септориозно-пиренофорозной пятнистости составляла 92,0-100%, против бурой ржавчины – 86,2-100%.

В 2014 году при изучении биологической эффективности этого фунгицида на посевах сортов Дарья и Ленинградская 6 на разных фонах минерального питания при его однократном и двукратном применении в максимальной норме применения были получены следующие результаты (табл. 10, 11). Независимо от кратности применения его эффективность была высокой как против бурой ржавчины (97,6-100%), так и против септориоза (93,3-100%) (Петрова, 2018).

В Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых для использования на территории Российской Федерации с учётом наших исследований этот препарат был включён в 2016 году.

3.3 Безопасность применения фунгицидов

3.3.1 Остаточные количества фунгицидов в растительном материале пшеницы яровой

Круговорот всех химических соединений в окружающей среде протекает по взаимосвязанной схеме: атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера. Длительность циркуляции для различных веществ различна, а некоторые малоперсистентные вещества не проходят все стадии циркуляции и полностью разрушаются на одном из первых этапов. Совершенно очевидно, что при выборе пестицидов для практического использования в сельском хозяйстве предпочтение должно быть отдано, при прочих равных условиях, препаратам, которые наиболее быстро разлагаются с образованием нетоксичных продуктов. Это должно быть увязано с конкретными условиями данной климатической зоны и вида вредного организма. Следует отметить,

что на поверхности растений разложение пестицидов, как правило, происходит быстрее, чем на поверхности почвы (Мельников, 1984).

3.3.1.1 Динамика остаточных количеств пропиконазола

Динамику остаточных количеств пропиконазола изучали в условиях Ленинградской области при обработке пшеницы яровой сортов Дарья и Ленинградская 6 однокомпонентным препаратом Титул 390, ККР при внесении только основного удобрения в количестве $N_{60}P_{30}K_{30}$, а также при применении внекорневой подкормки $N_{30}K_{30}$ в погодных условиях 2013 года. На рисунке 38 и в таблице 1 приложения 5 представлены результаты изменения содержания этого действующего вещества в растительном материале пшеницы яровой.

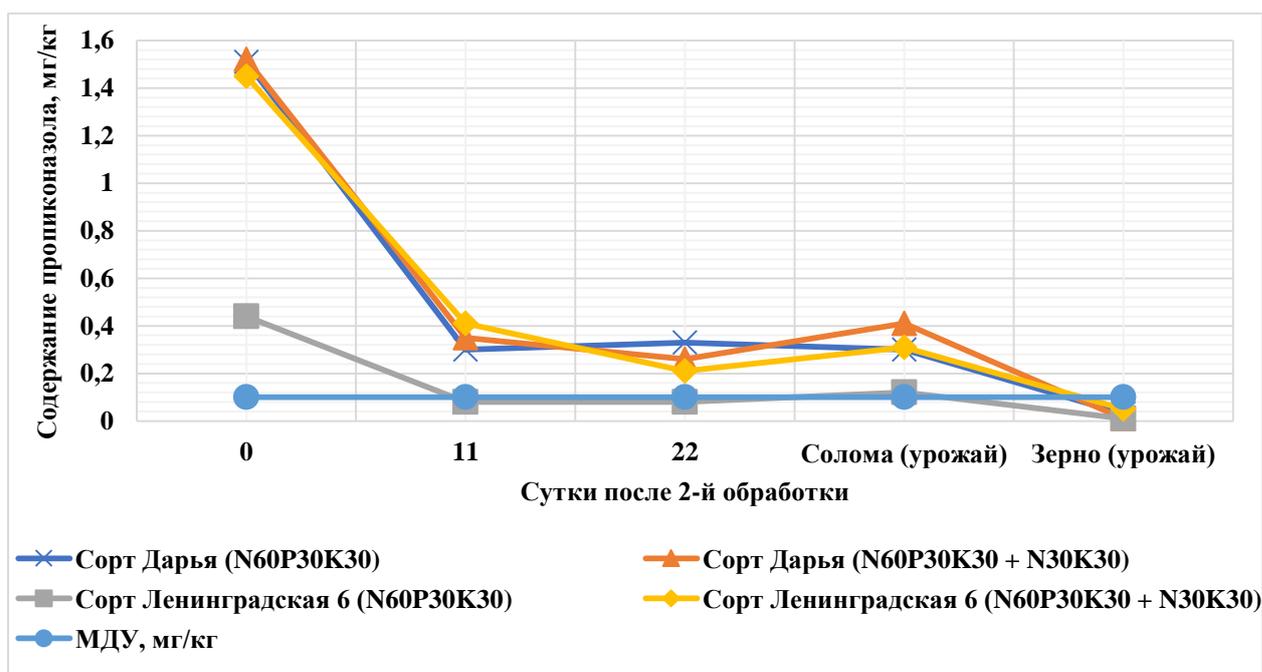


Рисунок 38. Динамика остаточных количеств пропиконазола препарата Титул 390, ККР в растительном материале пшеницы яровой в Ленинградской области (2013 г.) (сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

В день проведения 2-й обработки содержание этого действующего вещества находилось примерно на одинаковом уровне в пределах 1,45-1,52 мг/кг, за исключением варианта опыта на сорте пшеницы яровой Ленинградская 6 с внесением основного удобрения, где оно составило 0,44 мг/кг. На 11-е и 22-е сутки при постепенном снижении количества

пропиконазола в зеленой массе оно колебалось в пределах 0,30-0,41 мг/кг (на 11-е сутки) и 0,21-0,33 мг/кг (на 22-е сутки) после обработки, однако в случае использования препарата Титул 390, ККР на посевах яровой пшеницы сорта Ленинградская 6 на фоне применения только основного удобрения оно составило 0,08 мг/кг, что уже было ниже уровня МДУ по этому действующему веществу. В соломе во всех вариантах опыта содержание пропиконазола превышало этот показатель, **при этом в зерне пропиконазол обнаружен в количествах ниже 0,1 мг/кг.** Наименьшее содержание пропиконазола в зелёной массе пшеницы яровой было отмечено в варианте опыта с применением препарата Титул 390, ККР на посевах сорта Ленинградская 6 без применения внекорневой подкормки. В соломе наибольшее содержание пропиконазола было отмечено на обоих сортах с внесением основного удобрения и проведением внекорневой подкормки, а в зерне пшеницы яровой сорта Ленинградская 6 отмечено существенное различие количества этого действующего вещества между вариантами с применением и без применения внекорневой подкормки (наименьшая существенная разница между вариантами опыта, полученная в результате проведения статистической обработки, составила: 0,4 (в день обработки), 0,08 (на 11-е сутки после 2-й обработки), 0,11 (на 22-е сутки после 2-й обработки), 0,06 (солома в урожае) и 0,02 мг/кг (зерно в урожае)) (Петрова, Долженко, 2020).

В 2012 году были получены результаты по динамике остаточных количеств пропиконазола при применении трёхкомпонентного препарата Триада, ККР в Ростовской области на посевах озимой пшеницы в Ленинградской области - посевах яровой пшеницы. На рисунке 39 и в таблице 7 приложения 5 приведены результаты по динамике деградации этого действующего вещества.

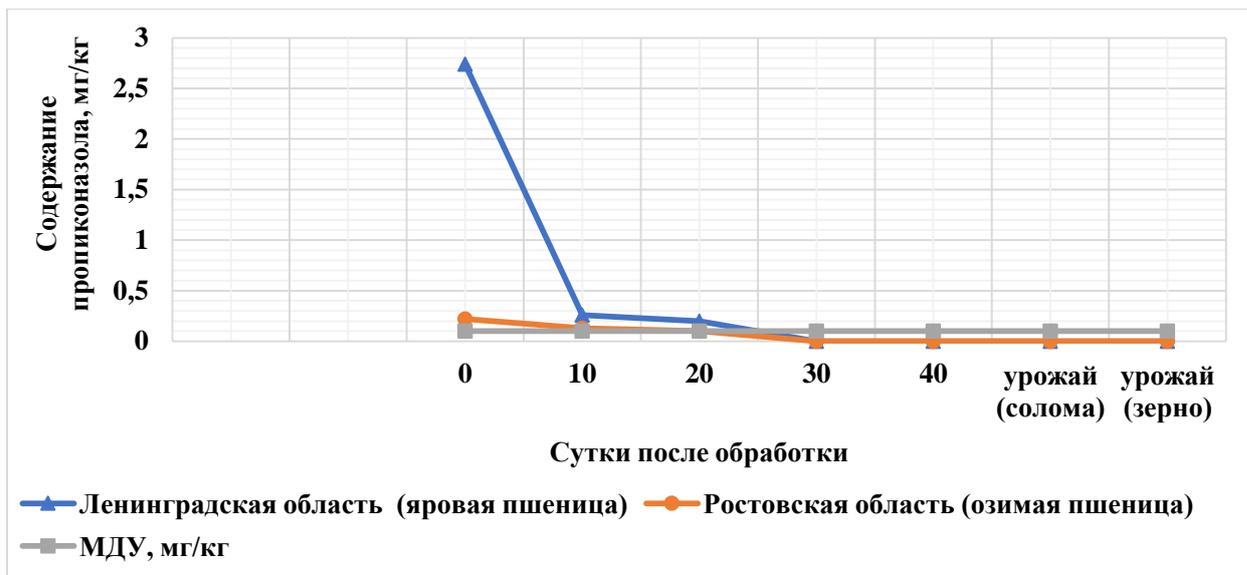


Рисунок 39. Динамика остаточных количеств пропиконазола препарата Триада, ККР в растительном материале пшеницы (2012 г.) (сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

На 0-е, 10-е и 20-е сутки после проведения обработок содержание пропиконазола в зелёной массе яровой пшеницы в Ленинградской области составило соответственно 2,74, 0,26 и 0,20 мг/кг. В Ростовской области на эти же сроки отбора проб в зелёной массе озимой пшеницы обнаружено это действующее вещество в количестве 0,22, 0,13 и 0,10 мг/кг соответственно. В соломе и зерне этот активный компонент не был обнаружен. Стоит отметить, что разложение пропиконазола шло активнее в растениях пшеницы озимой в Ростовской области. Такая закономерность обусловлена разницей погодных условий вегетационных сезонов 2012 года. В Ростовской области наблюдалась засуха в период вегетации, а в Ленинградской области в этот период отмечены более холодные и влажные погодные условия.

Динамика остаточных количеств пропиконазола при применении трёхкомпонентного препарата Приаксор Макс, КЭ после однократной обработки на посевах пшеницы яровой в Ленинградской и Волгоградской областях представлены на рисунке 40 и в таблицах 3 и 4 приложения 5.

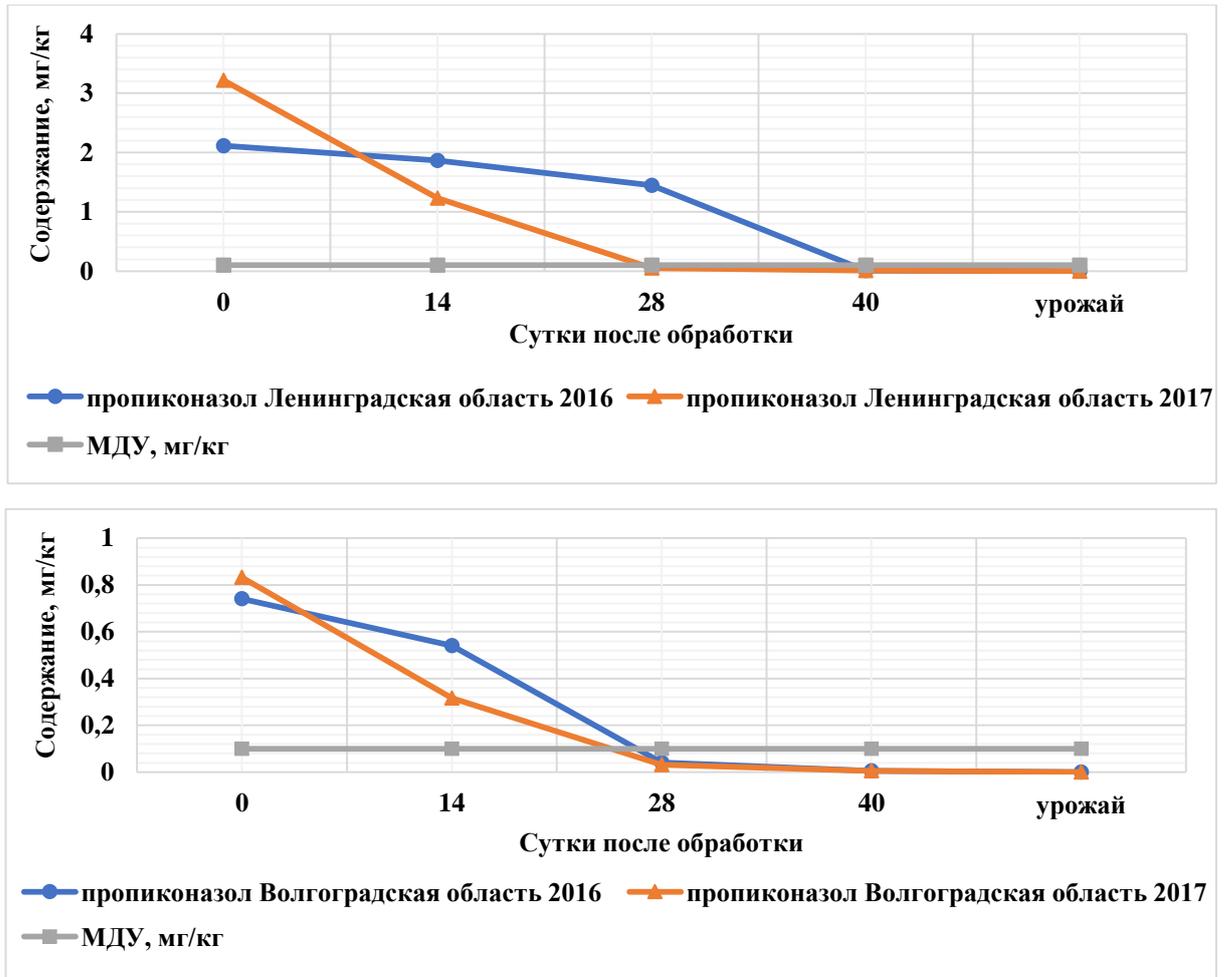


Рисунок 40. Динамика остаточных количеств пропиконазола препарата Приаксор Макс, КЭ в растительном материале пшеницы (2016-2017 г.) (урожай – зерно)

В Ленинградской области при применении препарата Приаксор Макс, КЭ в 2016 году содержание пропиконазола в зелёной массе к 40-м суткам после проведения обработки снизилось с 2,11 мг/кг до 0,01 мг/кг, в 2017-м - с 3,22 мг/кг до 0,01 мг/кг. В Волгоградской области в эти же годы в зелёной массе яровой пшеницы происходило снижение содержания пропиконазола с 0,74 мг/кг (2016 г) и 0,83 мг/кг (2017 г) до 0,01 мг/кг. Кроме того, в 2017 году это действующее вещество в количестве 0,01 мг/кг было обнаружено в соломе яровой пшеницы в Ленинградской области. Стоит отметить, что в эти годы в зерне во всех вариантах опыта этого активного компонента обнаружено не было. В Волгоградской области его деградация происходила быстрее, чем в Ленинградской, что объясняется разными климатическими особенностями обоих регионов.

3.3.1.2 Динамика остаточных количеств тебуконазола

Динамику остаточных количеств тебуконазола изучали в условиях Ленинградской области при двукратной обработке пшеницы яровой сортов Дарья и Ленинградская 6 однокомпонентным препаратом Фоликур, КЭ при внесении только основного удобрения в количестве $N_{60}P_{30}K_{30}$, а также при применении внекорневой подкормки $N_{30}K_{30}$ в погодных условиях 2013 года. На рисунке 41 и в таблице 2 приложения 5 представлены результаты изменения содержания этого действующего вещества в растительном материале пшеницы яровой.

В растениях пшеницы яровой сорта Дарья при внесении основного удобрения к 22-м суткам после окончания обработок содержание тебуконазола снизилось с 3,43 мг/кг (в день проведения 2-й обработки) до 0,64 мг/кг. При применении внекорневой подкормки произошло уменьшение его количества с 2,43 мг/кг до 0,59 мг/кг. На сорте Ленинградская 6 в зависимости от фона минерального питания содержание тебуконазола снижалось с 3,29 мг/кг до 0,76 мг/кг (внесение только основного удобрения) и с 2,4 мг/кг до 0,24 мг/кг (при проведении внекорневой подкормки). В зерне во всех вариантах опыта содержание тебуконазола было ниже уровня МДУ (0,2 мг/кг) и находилось в пределах 0,01-0,02 мг/кг. Более быстрое разложение этого действующего вещества происходило в варианте опыта с применением препарата Фоликур, КЭ на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 6 на фоне внесения основного удобрения и внекорневой подкормки. Таким образом, отмечена зависимость скорости деградации тебуконазола от сортовых особенностей растений пшеницы яровой. От фона минерально питания зависела скорость разложения этого действующего вещества только на посевах пшеницы яровой сорта Ленинградская 6. Практически такая же закономерность прослеживалась при деградации пропиконазола в опыте по двукратному использованию препарата Титул 390, ККР (Петрова, Долженко, 2020).

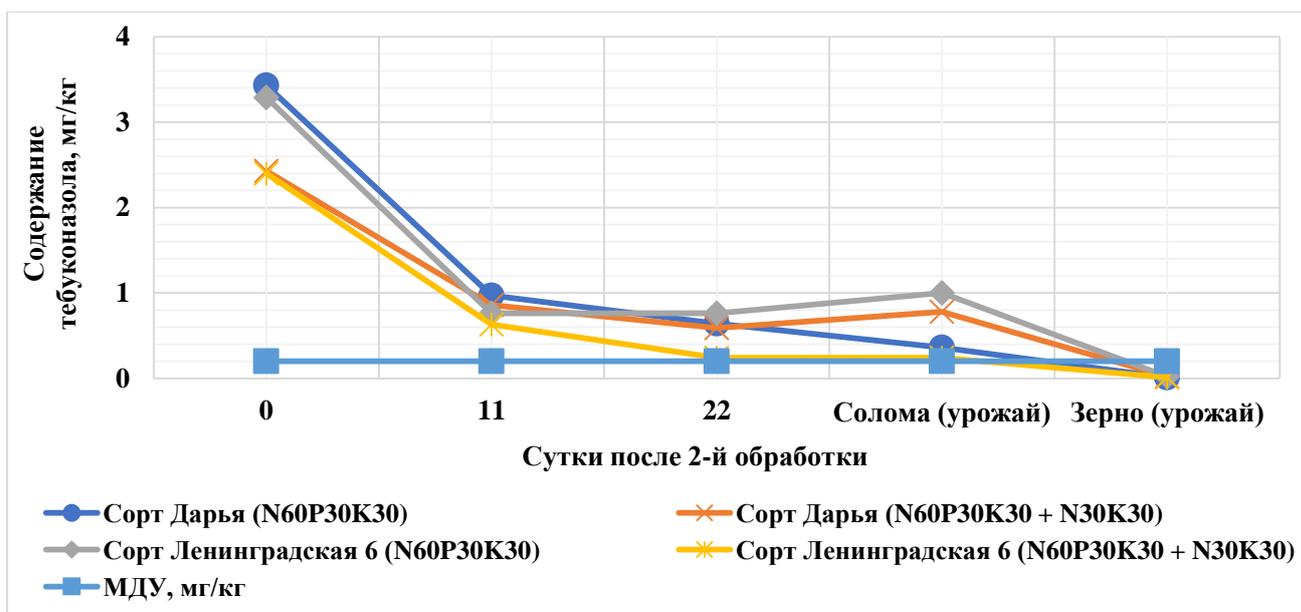


Рисунок 41. Динамика остаточных количеств тебуконазола препарата Фоликур, КЭ в растительном материале пшеницы яровой в Ленинградской области (2013 г.) (сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

Динамику остаточных количеств тебуконазола в растительном материале пшеницы при применении трёхкомпонентного препарата Триада, ККР проводили на посевах озимой пшеницы в Ростовской и яровой пшеницы - в Ленинградской областях. Результаты по оценке остаточных количеств этого действующего вещества в указанных опытах приведены на рисунке 42 и в таблице 7 приложения 5.

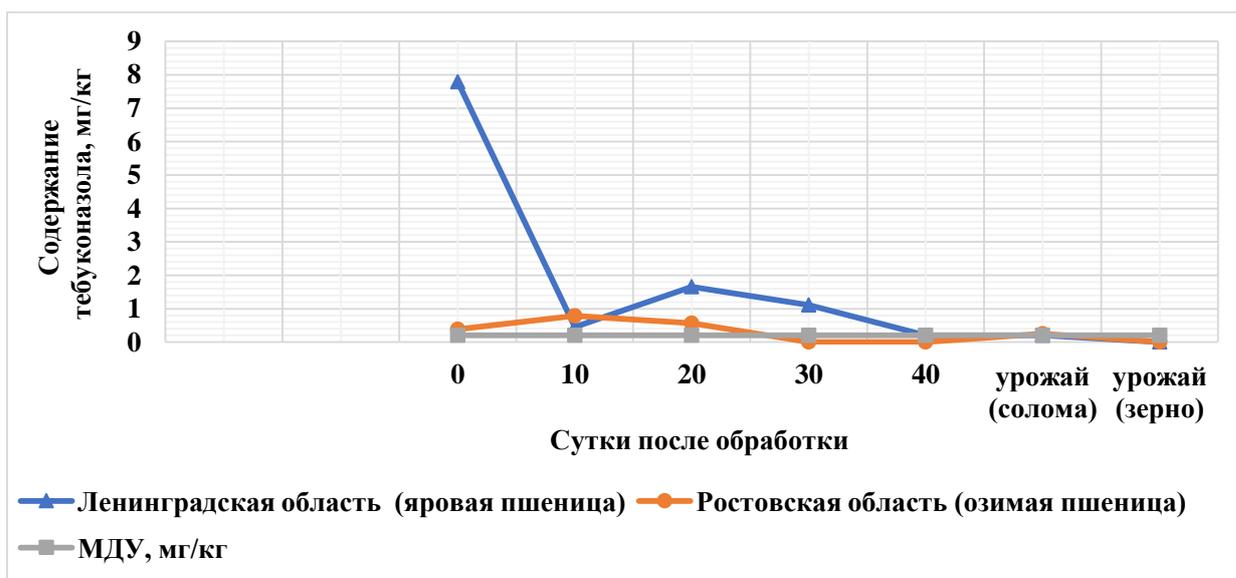


Рисунок 42. Динамика остаточных количеств тебуконазола препарата Триада, ККР в растительном материале пшеницы (2012 г.) (сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

В Ленинградской области содержание тебуконазола в зелёной массе яровой пшеницы к 40-м суткам после проведения обработки упало с 7,79 мг/кг до 0,20 мг/кг. В Ростовской области в зелёной массе озимой пшеницы к 20-м суткам после обработки тебуконазол обнаружен в количестве 0,57 мг/кг, а на 30-е и 40-е сутки его содержания в пробах не отмечалось. В соломе этот активный компонент был обнаружен в количестве 0,20-0,25 мг/кг в пробах яровой пшеницы в Ленинградской области и озимой пшеницы в Ростовской области. В зерне во всех вариантах опыта остаточных количеств тебуконазола не было обнаружено. По разложению этого действующего вещества были выявлены тенденции, аналогичные тенденциям по деградации пропиконазола. Разложение тебуконазола шло активнее в растениях пшеницы озимой в Ростовской области. Такая закономерность обусловлена разницей погодных условий в регионах проведения опытов.

3.3.1.3 Динамика остаточных количеств эпоксиконазола

Динамику деградации эпоксиконазола в растительном материале зерновых культур при применении препарата Триада ККР изучали на посевах озимой пшеницы в Ростовской и яровой пшеницы - в Ленинградской областях. Результаты по оценке остаточных количеств этого действующего вещества в указанных опытах приведены на рисунке 43 и таблице 7 приложения 5.

В зелёной массе яровой пшеницы в Ленинградской области к 20-м суткам после обработки эпоксиконазол был обнаружен в количестве 0,14 мг/кг, в зелёной массе озимой пшеницы в Ростовской области к этому сроку он присутствовал на уровне 0,18 мг/кг. В соломе и зерне во всех вариантах опыта не обнаруживалось содержание этого определяемого вещества. Разложение эпоксиконазола шло активнее в растениях пшеницы озимой в Ростовской области.

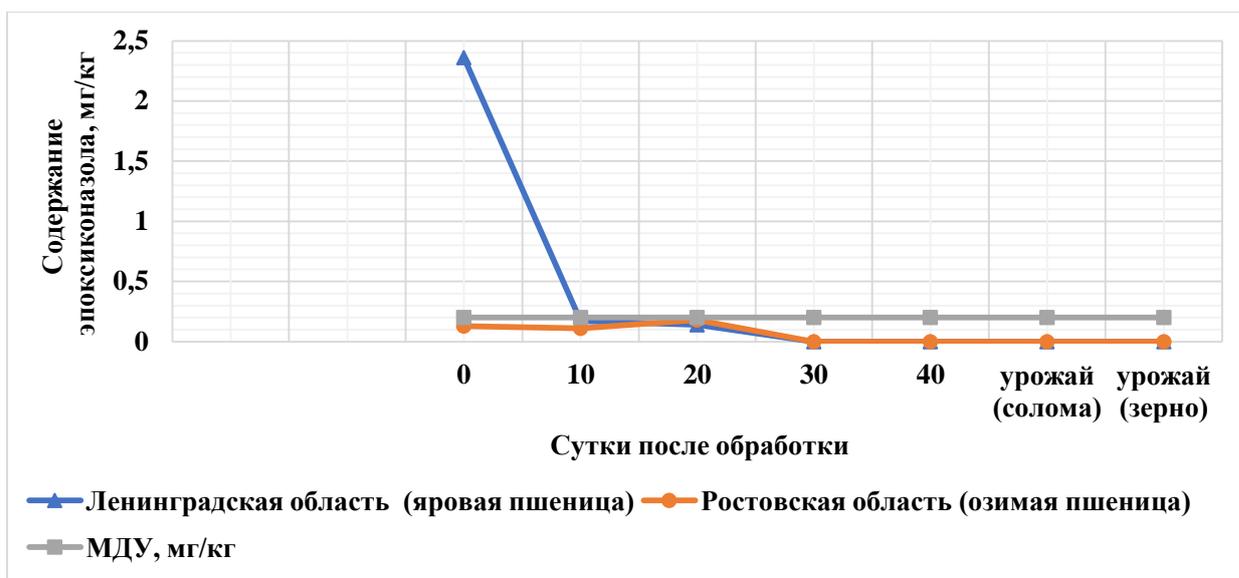


Рисунок 43. Динамика остаточных количеств эпоксиконазола препарата Триада, ККР в растительном материале пшеницы (2012 г).
(сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

Динамику остаточных количеств эпоксиконазола при применении препарата Терапевт Про, КС изучали на посевах озимой пшеницы в Московской и Ростовской областях и яровой пшенице в Саратовской области. На рисунке 44 и в таблице 6 приложения 5 приведены результаты по оценке остаточных количеств этого действующего вещества в указанных опытах.

В зелёной массе озимой пшеницы в Московской области к 28-м суткам после окончания обработок содержание эпоксиконазола снизилось с 1,04 мг/кг до 0,05 мг/кг и было обнаружено в соломе в количестве 0,06 мг/кг. В Ростовской области к этому же сроку эпоксиконазол в зелёной массе озимой пшеницы не обнаруживался. В связи с этим стоит отметить, что климатические условия влияют на деградацию этого активного компонента. В Саратовской области на посевах пшеницы яровой к 14-м суткам после 2-й обработки произошло снижение содержания этого действующего вещества с 1,15 мг/кг до 0,13 мг/кг и далее оно не было обнаружено. Во всех вариантах опыта содержания эпоксиконазола в зерне не было обнаружено. Более быстрое разложение эпоксиконазола в растениях пшеницы отмечалось в Саратовской и Ростовской областях. Разница в скорости разложения эпокси-

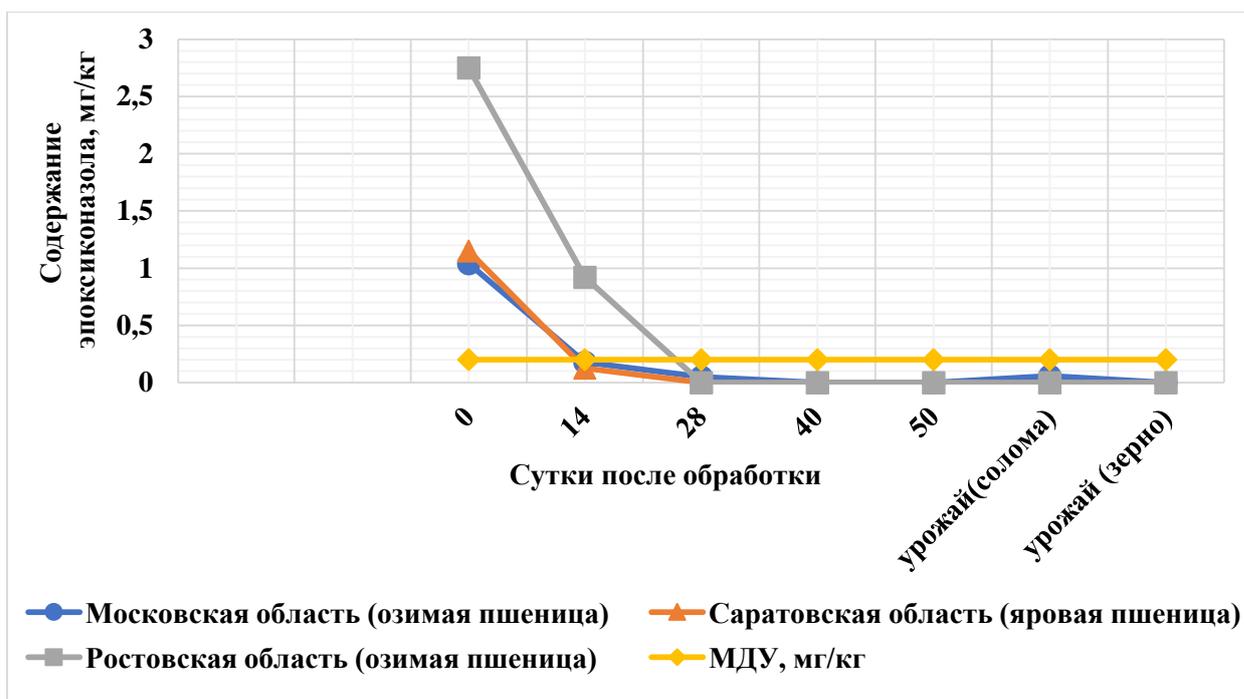


Рисунок 44. Динамика остаточных количеств эпоксиконазола препарата Терапевт Про, КС в растительном материале пшеницы (2012 г.)
(сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

коназола в растениях пшеницы обусловлена различием погодных условий, отмеченных в регионах, где проводилась закладка опыта.

3.3.1.4 Динамика остаточных количеств дифеноконазола

Динамику остаточных количеств дифеноконазола при применении препарата Терапевт Про, КС изучали на посевах озимой пшеницы в Московской и Ростовской областях и яровой пшенице в Саратовской области. На рисунке 45 и в таблице 6 приложения 6 приведены результаты по оценке остаточных количеств этого действующего вещества.

В Московской и Ростовской областях на посевах озимой пшеницы содержание дифеноконазола к 14-м суткам окончания обработок снизилось с 0,4-0,44 мг/кг до 0,02-0,04 мг/кг. В Саратовской области на посевах яровой пшеницы до этого уровня произошло снижение количества этого действующего вещества только к 28-м суткам после проведения обработок вышеобозначенным препаратом. В соломе и зерне дифеноконазол не был обнаружен ни в одном из серий опытов.

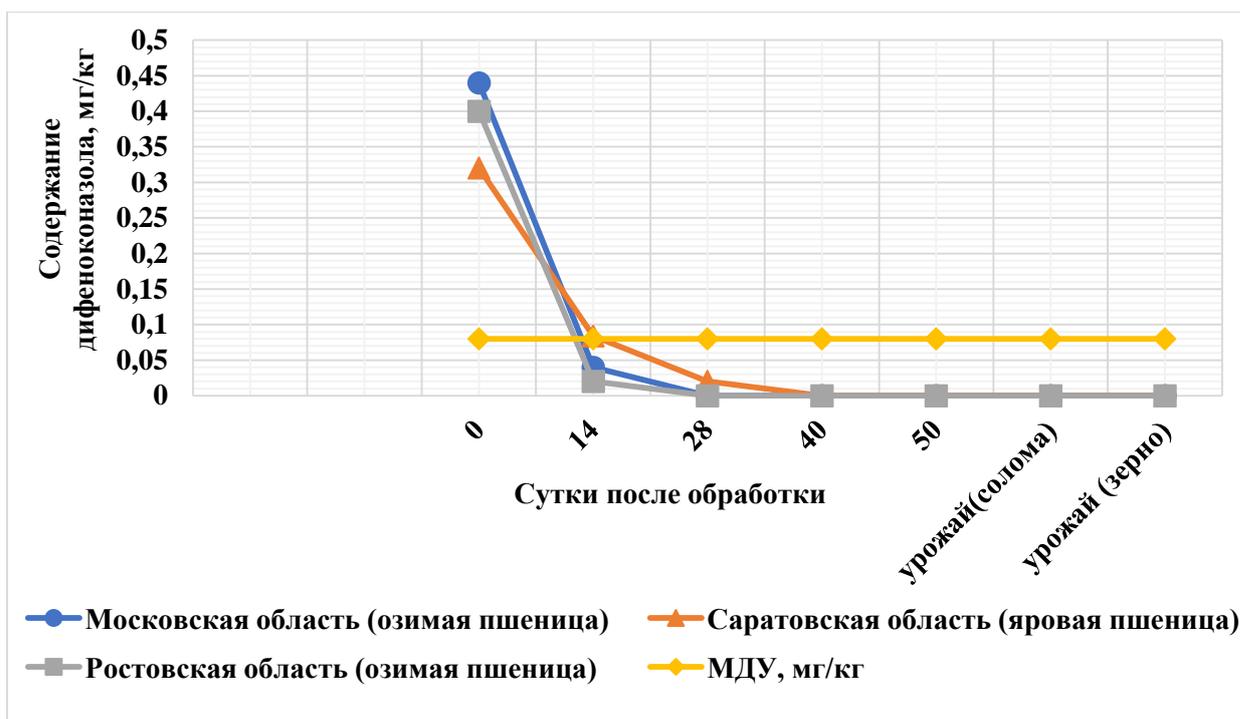


Рисунок 45. Динамика остаточных количеств дифеноконазола препарата Терапевт Про, КС в растительном материале пшеницы (2012 г).
(сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

3.3.1.5 Динамика остаточных количеств пираклостробина

Динамику деградации пираклостробина при применении однокомпонентного препарата Оптимо, КЭ проводили на посевах озимой пшеницы в Московской и яровой пшеницы - в Волгоградской областях. Результаты по оценке остаточных количеств этого действующего вещества в указанных опытах приведены на рисунке 46 и в таблице 5 приложения 5.

Содержание пираклостробина в зелёной массе озимой пшеницы в Московской области и яровой пшеницы в Волгоградской области к 30-м суткам после обработки снизилось соответственно с 4,08 и 2,35 мг/кг до неопределяемого количества. В соломе это действующее вещество обнаружено в количествах соответственно: 0,29 и 0,02 мг/кг. В зерне во всех сериях опытов пираклостробин не был обнаружен.

Динамика остаточных количеств пираклостробина при применении трёхкомпонентного препарата Приаксор Макс, КЭ после однократной обработки изучали на посевах пшеницы яровой в Ленинградской и

Волгоградской областях представлена на рисунке 47 и в таблицах 3 и 4 приложения 5.

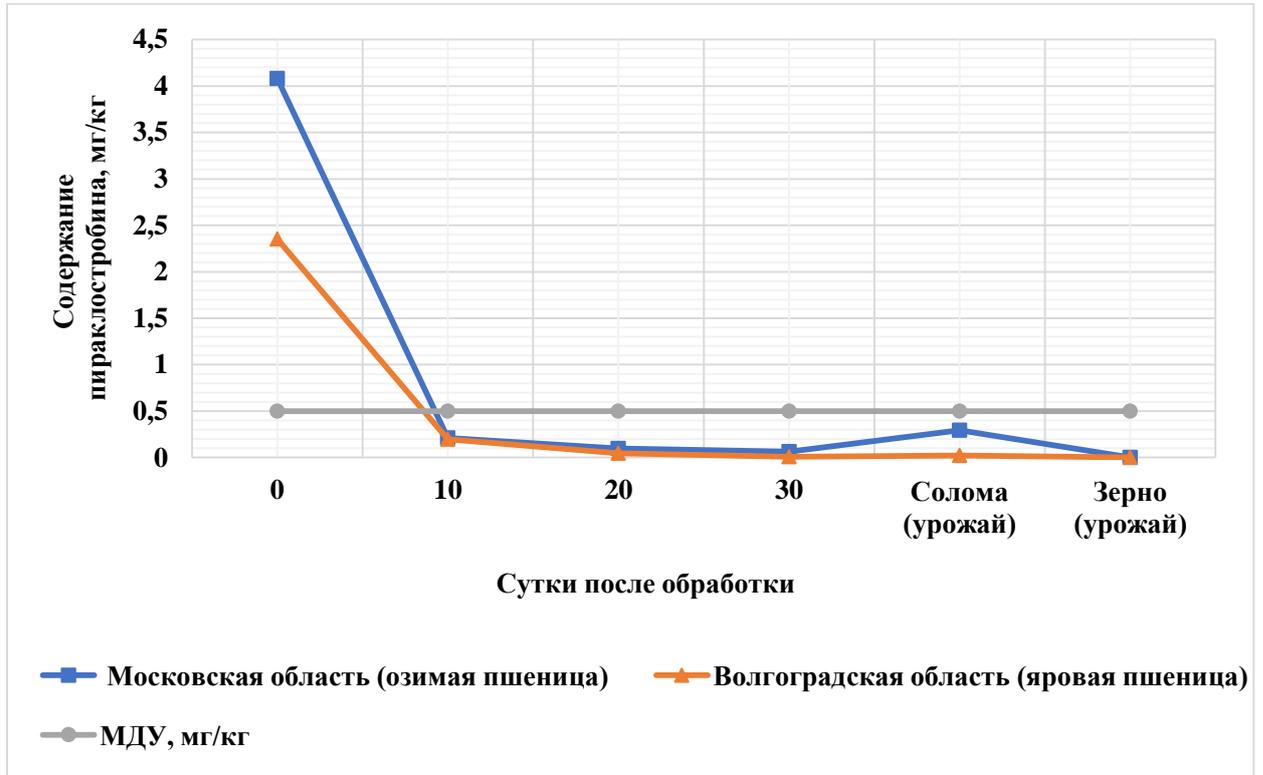


Рисунок 46. Динамика остаточных количеств пираклостробина препарата Оптимо, КЭ в растительном материале пшеницы (2012 г.) (сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

В Ленинградской области при применении препарата Приаксор Макс, КЭ в 2016 году содержание пираклостробина в зелёной массе к 40-м суткам после проведения обработки снизилось с 0,35 мг/кг до 0,1 мг/кг, в 2017-м - с 2,27 мг/кг до 0,07 мг/кг. В Волгоградской области в эти же годы в зелёной массе яровой пшеницы происходило снижение содержания пираклостробина к 14-м суткам после обработки с 0,44 мг/кг до 0,14 мг/кг (2016 г) и к 40-м суткам после обработки с 5,17 мг/кг до 0,01 мг/кг (2017 г). Кроме того, в 2017 году это действующее вещество в количестве 0,02 мг/кг было обнаружено в соломе в опыте, проведённом в Ленинградской области.

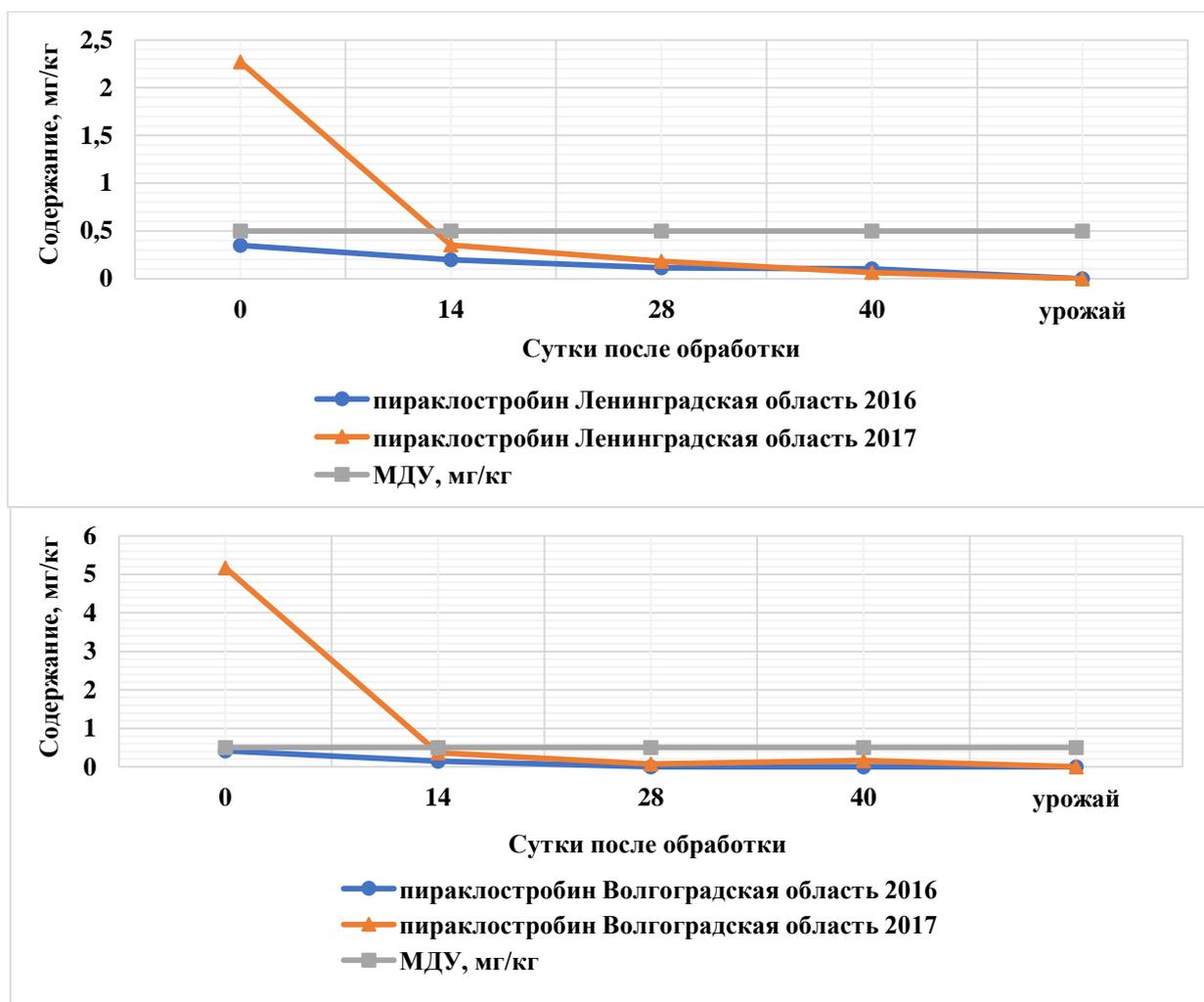


Рисунок 47. Динамика остаточных количеств пираклостробина препарата Приаксор Макс, КЭ в растительном материале пшеницы (2016-2017 г.) (урожай-зерно)

В эти годы в зерне во всех вариантах опыта этого активного компонента обнаружено не было. В Волгоградской области его деградация происходила быстрее, чем в Ленинградской, что объясняется разными климатическими особенностями обоих регионов.

3.3.1.6 Динамика остаточных количеств крезоксим-метила

Динамику остаточных количеств крезоксим-метила при применении препарата Терапевт Про, КС изучали на посевах озимой пшеницы в Московской и Ростовской областях и яровой пшенице в Саратовской области. На рисунке 48 и в таблице 6 приложения 5 приведены результаты, по оценке остаточных количеств этого действующего вещества.

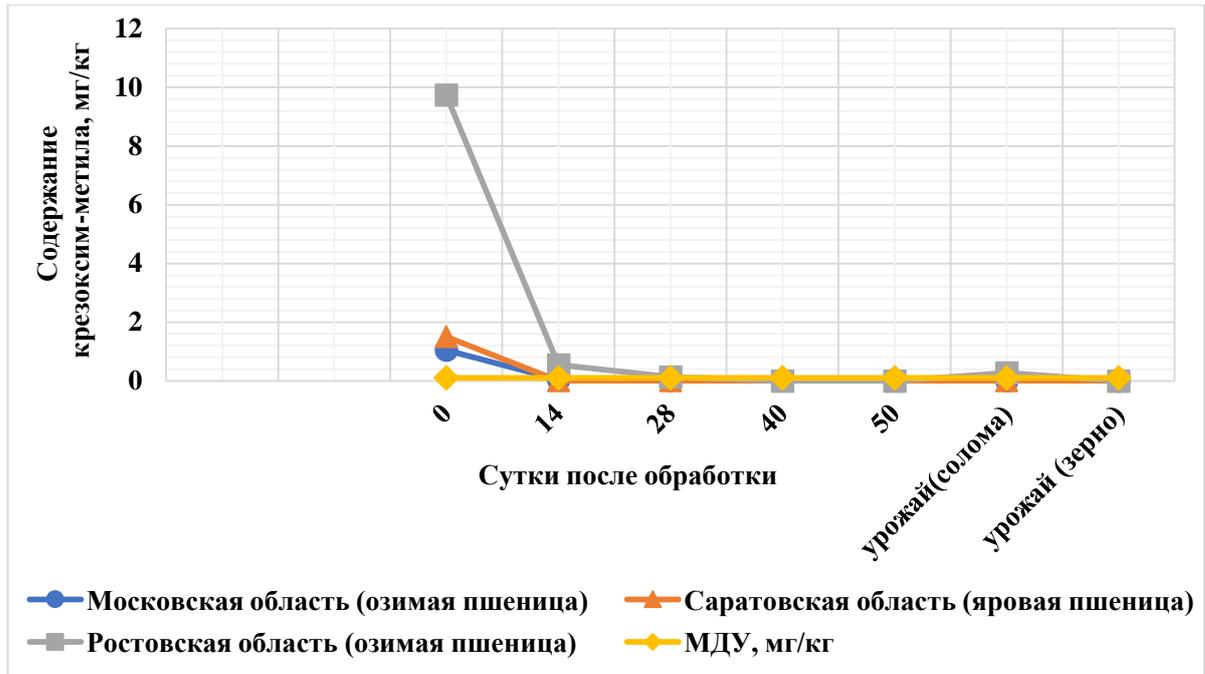


Рисунок 48. Динамика остаточных количеств крезоксим-метила препарата Терапевт Про, КС в растительном материале пшеницы (2012 г.) (сбор соломы и зерна в урожае проводили в один день)

В Московской области в зелёной массе озимой пшеницы и Саратовской области в зелёной массе яровой пшеницы содержание крезоксим-метила к 40-м суткам после окончания обработок снизилось с 1,05 мг/кг до 0,01 мг/кг и с 1,5 мг/кг до 0,002 мг/кг соответственно, при этом в соломе он обнаружен в количествах 0,005 и 0,009 мг/кг соответственно. В Ростовской области к 28-м суткам после проведения обработки его количество снизилось с 9,74 до 0,13 мг/кг а в соломе это действующее вещество достигало 0,28 мг/кг. В зерне искомого действующего вещества обнаружено не было. К 40-м суткам во всех вариантах опыта в зелёной массе крезоксим-метил практически не обнаруживался.

3.3.1.7. Динамика остаточных количеств флуксапироксада

Динамику остаточных количеств флуксапироксада при применении трёхкомпонентного препарата Приаксор Макс, КЭ после однократной обработки изучали на посевах пшеницы яровой в Ленинградской и Волгоградской областях. Результаты представлены на рисунке 49 в таблицах 3 и 4 приложения 5.

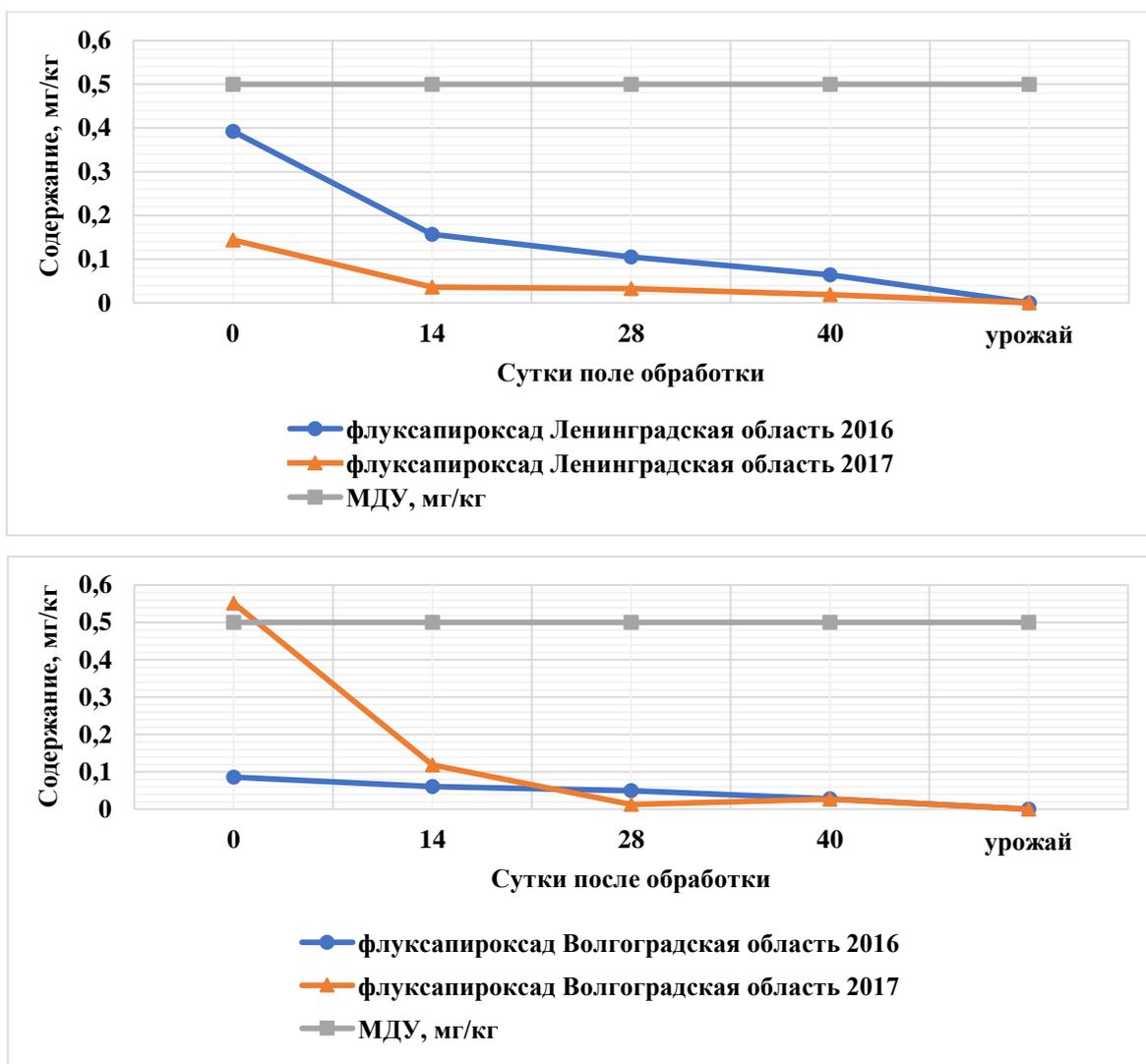


Рисунок 49. Динамика остаточных количеств флуksапироксада препарата Приаксор Макс, КЭ в растительном материале пшеницы (2016-2017 г) (урожай – зерно)

В Ленинградской области при применении препарата Приаксор Макс, КЭ в 2016 году содержание флуksапироксада в зелёной массе к 40-м суткам после проведения обработки снизилось с 0,39 мг/кг до 0,06 мг/кг, в 2017-м - с 0,14 мг/кг до 0,02 мг/кг. В Волгоградской области в эти же годы в зелёной массе яровой пшеницы происходило снижение содержания флуksапироксада к 40-м суткам после обработки с 0,09 мг/кг до 0,03 мг/кг (2016 г) и с 0,55 мг/кг до 0,03 мг/кг (2017 г). В эти годы в зерне во всех вариантах опыта этого активного компонента обнаружено не было.

В наших исследованиях нами отмечено, что в южных районах Российской Федерации (Саратовская, Волгоградская, Ростовская области) фунгициды при их применении на посевах пшеницы в целом подвергаются

более быстрой деградации, чем в Северо-Западном (Ленинградская область) и Центральном (Московская область) регионах Нечерноземья. Это связано с более тёплыми и засушливыми погодными условиями, складывающимися в этих областях. Нами также выявлена зависимость скорости разложения пропиконазола и тебуконазола при двукратном применении препаратов Титул 390, ККР и Фоликур, КЭ от сортовых особенностей пшеницы яровой и фона минерального питания. Такие закономерности нами были отмечены при разложении действующих веществ фунгицидов в зелёной массе. В урожае, а именно в зерне, количество действующих веществ изученных нами препаратов было ниже уровня МДУ, что говорит о безопасности изученных фунгицидов для здоровья человека при условии соблюдения регламентов их применения.

3.3.2 Экологическая безопасность изученных фунгицидов

Повышение эффективности производства пшеницы яровой в интенсивных технологиях базируется не только на использовании необходимых агроприёмов для той или иной зоны, а также на применении минеральных удобрений и химических средств защиты растений в оптимальных нормах применения. По сведениям А.М. Артюшина и Л.М. Державина (1984) (цит. по Кавецкому, 1991) в странах на долю средств химизации приходится 25-30% общих энергетических затрат, расходуемых на производство единицы продукции.

В связи с высокой эффективностью химических мер по защите урожая необходимо помнить о том, что применение пестицидов сопряжено с высокой реальной и потенциальной опасностью. Пестициды, обладая токсичностью для человека и полезной фауны, способны вызывать побочные эффекты и отдалённые последствия. Токсические вещества, циркулируя в атмосфере, воде и трофических звеньях пищевых цепей, могут приводить к загрязнению биосферы остаточными количествами химических средств защиты растений и продуктов их трансформации. Нормальное

функционирование агроэкосистемы невозможно без адекватной оценки нагрузки ксенобиотиков на территорию сельскохозяйственного ландшафта (Берим, 1972; Мельников, 1984; Кавецкий, 1991; Ижевский, 2006).

По кожно-резорбтивной токсичности выделяют три группы пестицидов: с резко выраженной ($LD_{50} < 300$ мг/кг); выраженной ($LD_{50} = 300-1000$ мг/кг) и слабо выраженной ($LD_{50} > 1000$ мг/кг) токсичностью (Зинченко, 2012). Анализируя этот показатель, в таблице основных токсикологических характеристик по действующим веществам изученных нами фунгицидов отмечено, что все они (за исключением флутриафола) принадлежат к фунгицидам со слабо выраженной токсичностью, а, следовательно, и все взятые в исследования препараты принадлежат к той же самой группе. Препараты по средним LD_{50} (в порядке увеличения этого показателя) располагаются в следующей последовательности: по 2000 мг/кг (Оптимо, КЭ; Альто Супер, КЭ; Альто Турбо, КЭ); 2003 мг/кг (Терапевт Про, КС); 2337 мг/кг (Капелла, МЭ); по 2667 мг/кг (Приаксор Макс, КЭ; Амистар Трио, КЭ); 3500 мг/кг (Эвито Т, КС); 3667 мг/кг (Триада, ККР); 3689 мг/кг (Солигор, КЭ); 4000 мг/кг (Титул 390, ККР); 5000 мг/кг (Фоликур, КЭ) и 5667 мг/кг (Ютака, СЭ).

Результаты по расчёту токсической нагрузки изученных фунгицидов приведены в таблице 12 в порядке от меньшей к большей.

Исходя из данных таблицы 12 среди изученных препаратов к малоопасным отнесены препараты Оптимо, КЭ; Терапевт Про, КС и Титул 390, ККР. Препарат Приаксор Макс, КЭ является таковым только в своих минимальных нормах применения. При использовании его в норме применения 0,75 л/га и 0,9 л/га его следует отнести к умеренноопасным. Препараты Триада, ККР; Ютака; СЭ и Альто Турбо, КЭ по показателю токсической нагрузки отнесены к умеренноопасным, но в минимальных нормах применения могут быть малоопасными. Альто Супер, КЭ, Амистар Трио, КЭ и Фоликур, КЭ умеренноопасны в максимальных нормах приме-

Таблица 12. Токсическая нагрузка изученных фунгицидов

Название препарата	Норма применения, л/га	Токсическая нагрузка, количество полулетальных доз на га	Характеристика	Примечание
1. Оптим, КЭ (200 г/л пиракlostробина)	0,5-1,0	20-40	м-о*	-
2. Терапевт Про, КС (125 г/л крезоксим-метила + 125 г/л эпоксиконазола + 80 г/л дифеноконазола)	0,5-0,7	52,5-73,5	м-о*	-
3. Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола)	0,26	66,8	м-о*	-
4. Приаксор Макс, КЭ (30 г/л флуксатироксада + 200 г/л пиракlostробина + 125 г/л пропиконазола)	0,5-0,9	68,7-123,7	м-о*	в нормах применения 0,75 (103,1) и 0,9 (123,7) л/га относится к умеренноопасным
5. Триада, ККР (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола)	0,5-0,6	94,5-113,4	у-о**	в норме применения 0,5 л/га относится к малоопасным
6. Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола)	0,5	113,4	у-о**	-
7. Альто Турбо, КЭ (250 г/л пропиконазола + 160 г/л ципроконазола)	0,3-0,5	85,4-142,4	у-о**	в норме применения 0,3 л/га относится к I малоопасным
8. Ютака, СЭ (350 г/л тиофанат-метила + 100 г/л тебуконазола + 6,3 г/л цифлуфенамида)	0,8-1,4	89,6-156,8	у-о**	в норме применения 0,8 л/га относится к малоопасным
9. Амистар Трио, КЭ (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола)	1,0	124,9	у-о**	-
10. Капелла, МЭ (120 г/л пропиконазола + 60 г/л флутриафола + 30 г/л дифеноконазола)	0,8-1,0	112,2-140,2	у-о**	-
11. Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола)	1,0	147,1	у-о**	-
12. Эвито Т, КС (180 г/л флуоксастробина + 250 г/л тебуконазола)	0,5-1,0	109,5-219,5	у-о**	-
13. Солигор, КЭ (224 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л протиоконазола)	0,4-0,8	211,2-422,2	у-о**	-

Примечание: *м-о - малоопасные; у-о** - умеренноопасные

ния, а Капелла, МЭ; Эвито Т, КС и Солигор, КС относятся к умеренноопасным не зависимо от нормы применения.

Согласно Государственному каталогу пестицидов по токсиколого-гигиенической классификации ко 2-му классу опасности относятся препараты Фоликур, КЭ; Триада, ККР, Капелла, МЭ; Амистар Трио, КЭ и Солигор, КЭ. К 3-му классу опасности относятся препараты Оптимом, КЭ; Терапевт Про, КС; Титул 390, ККР; Альто Супер, КЭ; Альто Турбо, КЭ; Солигор, КЭ.

Медоносные пчёлы являются активным звеном в развитии и поддержании экологического равновесия природной среды и непосредственно влияют на формирование растительного покрова земли (Назарова, 2009). По сведениям Герхарда Шламмера (2005) высокотоксичные химические вещества, попадая на территорию пасеки, вызывают гибель пчелиных семей или значительные потери рабочих пчёл. При более слабом действии химических веществ острой формы отравления не наблюдается. Однако, несмотря на это, они заносятся в ульи сборщицами вместе с нектаром и пыльцой, что приводит к отравлению расплода, осыпанию нелётных пчёл, трутней и потере маток. Небольшие дозы пестицидов, попадая в организм пчёл, ослабляют защитные функции пчёл и расплода, в результате чего они сильнее поражаются болезнями. Внешним признаком отравления служит появление большого количества мёртвых пчёл около улья и резкое уменьшение лёта пчёл, даже при наличии благоприятной для них погоды. Результаты оценки опасности изученных препаратов для пчёл приведены в таблице 13.

По коэффициенту опасности для пчёл, исходя из данных этой таблицы, самыми безопасными для медоносных пчёл являются препараты Оптимом, КЭ; Титул 390, ККР; Приаксор Макс, КЭ; Альто Турбо, КЭ и Альто Супер, КЭ. По данным Государственного каталога, все изученные нами фунгициды, разрешённые для применения на территории Российской Федерации отнесены к 3-му классу опасности для пчел, что предполагает их

использование с соблюдением следующих санитарных правил: проведение обработки растений ранним утром или вечером после захода солнца при скорости ветра при наземном опрыскивании не более 4-5 м/с с погранично-защитной зоной для пчёл не менее 2-3 км и ограничении их лёта на срок не менее 20-24 часов (Государственный каталог, 2017).

Таблица 13. Коэффициент опасности изученных препаратов для пчёл

Название препарата	Норма применения, л/га	K _{оп} для пчёл
1. <i>Оптимо, КЭ (200 г/л пираклостробина)</i>	0,5-1,0	0,32-0,66
2. <i>Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола)</i>	0,26	1,01
3. <i>Приаксор Макс, КЭ (30 г/л флуксапироксада + 200 г/л пираклостробина + 125 г/л пропиконазола)</i>	0,5-0,9	1,08-1,95
4. <i>Альто Турбо, КЭ (250 г/л пропиконазола + 160 г/л ципроконазола)</i>	0,3-0,5	1,23-2,05
5. <i>Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола)</i>	0,5	1,65
6. <i>Триада, ККР (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола)</i>	0,5-0,6	1,9-2,28
7. <i>Эвито Т, КС (180 г/л флуоксастробина + 250 г/л тебуконазола)</i>	0,5-1,0	1,61-3,23
8. <i>Солигор, КЭ (224 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л протиоконазола)</i>	0,4-0,8	1,94-3,89
9. <i>Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола)</i>	1,0	3,01
10. <i>Терапевт Про, КС (125 г/л крезоксим-метила + 125 г/л эпоксиконазола + 80 г/л дифеноконазола)</i>	0,5-0,7	3,98-5,57
11. <i>Ютака, СЭ (350 г/л тиофанат-метила + 100 г/л тебуконазола + 6,3 г/л цифлуфенамида)</i>	0,8-1,4	3,81-6,67
12. <i>Амистар Трио, КЭ (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола)</i>	1,0	5,55
13. <i>Капелла, МЭ (120 г/л пропиконазола + 60 г/л флутриафола + 30 г/л дифеноконазола)</i>	0,8-1,0	10,7-13,37

По сведениям Н.П. Назаровой (2009) фунгициды признаны наиболее безопасной для пчёл группой пестицидов. Относясь к 3-му классу опасности, они при их использовании вызывают гибель от 1 до 5% пчёл. Это подтверждено нашими расчётами коэффициентов опасности инсектицидов, используемых для защиты посевов пшеницы от комплекса вредителей в регламентах, рекомендованных Государственным каталогом. Коэффициент опасности препаратов Бинадин, КЭ (400 г/л диметоата) при использовании его в норме применения 1-1,5 л/га составил 2666,67-4000; Альфа-Ципи, КЭ (100 г/л альфа-циперметрина) в норме применения 0,1-0,15 л/га - 169,49-254,24. Децис Эксперт, КЭ (100 г/л дельтаметрина) при его применении в

норме 0,05-0,125 л/га имеет коэффициент опасности порядка 63,29-158,23; Кунгфу, КЭ (50 г/л лямбда-цигалотрина) - в норме 0,2 л/га – 263,16; а препарат Гринда, РП (200 г/л ацетамиприда) - в норме - 0,05-0,175 л/га - 0,69-2,41. Двухкомпонентный фунгицид Органза, КС (100 г/л лямбда-цигалотрина + 100 г/л ацетамиприда) при применении его в норме применения 0,15-0,2 л/га обладает коэффициентом опасности для пчёл в пределах 395,77-527,70. Фунгицид Глайдер, КС (500 г/л тебуконазола) при нормах применения 0,25-0,5 л/га имеет коэффициент опасности для пчёл на уровне 1,51-3,01, а препараты с содержанием хлороталонила Браво, КС (500 г/л) при норме применения 2,5 л/га – 31,25; Банко, КС (500 г/л) при нормах применения 2-2,5 л/га – 25-31,25. Эти три препарата по данным Государственного каталога... отнесены ко 2-му классу опасности для пчёл.

Данные по оценке опасности изученных фунгицидов для почвы по показателю экологической нагрузки приведены в таблице 14.

Таблица 14. Экологическая нагрузка изученных фунгицидов

Название препарата	Норма применения, л/га	ЭН, у.е.
1. <i>Оптимо, КЭ (200 г/л пираклостробина)</i>	0,5-1,0	100-200
2. <i>Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола)</i>	0,26	668
3. <i>Ютака, СЭ (350 г/л тиофанат-метила + 100 г/л тебуконазола + 6,3 г/л цифлуфенамида)</i>	0,8-1,4	419,6-732,2
4. <i>Терапевт Про, КС (125 г/л крезоксим-метила + 125 г/л эпоксиконазола + 80 г/л дифенокконазола)</i>	0,5-0,7	622,5-871,5
5. <i>Приаксор Макс, КЭ (30 г/л флуксапироксада + 200 г/л пираклостробина + 125 г/л пропиконазола)</i>	0,5-0,9	714,5-1286,5
6. <i>Триада, ККР (140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола)</i>	0,5-0,6	920,2-1104
7. <i>Фоликур, КЭ (250 г/л тебуконазола)</i>	1,0	1176,8
8. <i>Эвито Т, КС (180 г/л флуоксастробина + 250 г/л тебуконазола)</i>	0,5-1,0	876-1752,8
9. <i>Альто Супер, КЭ (250 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола)</i>	0,5	1404
10. <i>Альто Турбо, КЭ (250 г/л пропиконазола + 160 г/л ципроконазола)</i>	0,3-0,5	1178-1964
11. <i>Амистар Трио, КЭ (125 г/л пропиконазола + 100 г/л азоксистробина + 30 г/л ципроконазола)</i>	1,0	1771,5
12. <i>Солигор, КЭ (224 г/л спироксамина + 167 г/л тебуконазола + 43 г/л протиоконазола)</i>	0,4-0,8	1839,1-3677,2
13. <i>Капелла, МЭ (120 г/л пропиконазола + 60 г/л флутриафола + 30 г/л дифенокконазола)</i>	0,8-1,0	4849,2-6060,9

Наименьшей экологической нагрузкой для почвы обладали фунгициды Оптимом, КЭ; Титул 390, ККР; Ютака, СЭ; Терапевт Про, КС и Приаксор Макс, КЭ.

В таблице 15 отражён рейтинг изученных нами фунгицидов по трём основным экотоксикологическим параметрам.

Препараты Оптимом, КЭ; Титул 390, ККР и Приаксор Макс, КЭ по всем показателям обладали наилучшими экотоксикологическими параметрами. Терапевт Про, КС обладал хорошими экотоксикологическими характеристиками по двум из трёх выбранных нами показателей. Ютака, СЭ; Триада, ККР; Альто Турбо, КЭ и Альто Супер, КЭ только по одному из трёх параметров входили в пятёрку наиболее предпочтительных в экологическом плане фунгицидов. Фоликур, КЭ; Эвито Т, КС; Солигор, КЭ; Амистар Трио, КЭ и Капелла, МЭ в число таковых ни по одному из трёх показателей не вошли.

Таблица 15. Рейтинг фунгицидов по экотоксикологической оценке

По ТН	По К _{оп}	По ЭН
<i>Оптимом, КЭ</i>	<i>Оптимом, КЭ</i>	<i>Оптимом, КЭ</i>
<i>Терапевт Про, КС</i>	<i>Титул 390, ККР</i>	<i>Титул 390, ККР</i>
<i>Титул 390, ККР</i>	<i>Приаксор Макс, КЭ</i>	<i>Ютака, СЭ</i>
<i>Приаксор Макс, КЭ</i>	<i>Альто Турбо, КЭ</i>	<i>Терапевт Про, КС</i>
<i>Триада, ККР</i>	<i>Альто Супер, КЭ</i>	<i>Приаксор Макс, КЭ</i>
Альто Супер, КЭ	Триада, ККР	Триада, ККР
Альто Турбо, КЭ	Эвито Т, КС	Фоликур, КЭ
Ютака, СЭ	Солигор, КЭ	Эвито Т, КС
Амистар Трио, КЭ	Фоликур, КЭ	Альто Супер, КЭ
Капелла, МЭ	Терапевт Про, КС	Альто Турбо, КЭ
Фоликур, КЭ	Ютака, СЭ	Амистар Трио, КЭ
Эвито Т, КС	Амистар Трио, КЭ	Солигор, КЭ
Солигор, КЭ	Капелла, МЭ	Капелла, МЭ

Препарат Тилт, КЭ, эффективность которого при однократном применении в норме 0,5 л/га мы изучали на разных сортах и фонах минерального питания в 2012 году по аналогии с препаратом Титул 390, ККР обладает слабо выраженной кожно-резорбтивной токсичностью (4000 мг/кг). Его токсическая нагрузка при этой норме применения составляет 82,4 полулетальных доз на гектар, что позволяет отнести этот фунгицид к

малоопасным. Экологическая нагрузка его составила 824 у.е., а коэффициент опасности для пчёл – 1,25. Таким образом, этот препарат по всем трём экотоксикологическим параметрам обладал наиболее благоприятной экотоксикологической характеристикой. Согласно сведениям Государственного каталога этот препарат, как для человека, так и для пчёл он отнесён к 3-му классу опасности.

Не смотря на то, что в литературе некоторые авторы относят пестициды к источникам загрязнения и представляют некоторую опасность для объектов агроценоза (Берим, 1972; Мельников, 1984; Кавецкий, 1991; Шламмер, 2005; Ижевский, 2006; Назарова, 2009), стоит отметить, что соблюдение регламентов применения при их использовании позволяет минимизировать те риски для окружающей среды, которые указаны в этих работах. Это подтверждается данными наших расчётов по основным экотоксикологическим показателям изученных нами фунгицидов.

3.4 Действие изученных фунгицидов на содержание фотосинтетических пигментов (фотосинтетическую активность) в растениях пшеницы яровой

Промежуточные результаты по влиянию двух комбинированных трёхкомпонентных фунгицидов на пигментный состав пшеницы яровой сорта Дарья и Ленинградская 6 при в искусственных климатических условиях: при отработке методики определения пигментного состава в растениях пшеницы яровой в результате применения фунгицидов Амистар Трио, КЭ и Триада, ККР были получены данные по каждому пигменту, представленные в таблице 16.

Согласно полученным данным, при обработке препаратом Амистар Трио, КЭ на 8-е сутки после обработки содержание хлорофиллов а и b в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Дарья составило соответственно 7,68 и 2,94 мг/г (в контроле 8,28 и 3,31 мг/г), сорта Ленинградская 6 – 7,53 и 2,58 мг/г (в контроле 7,79 и 3,53 мг/г). По содержанию каротиноидов данные

при обработке этим препаратом были следующие: 1,44 мг/г (сорт Дарья - опыт) и 1,52 мг/г (контроль); 1,41 мг/г (сорт Ленинградская 6 - опыт) и 1,33 мг/г (контроль). На 17-е сутки после обработки яровой пшеницы сорта Дарья содержание пигментов было на уровне: 5,6 мг/г (хлорофилл а), 2,22 мг/г (хлорофилл b), 1,72 мг/г (каротиноиды); в контроле соответственно: 6,34 мг/г, 2,25 мг/г, 1,17 мг/г. После обработки яровой пшеницы сорта Ленинградская 6 содержание пигментов на 17-е сутки после обработки было следующим: 6,11 мг/г (хлорофилл а), 1,85 мг/г (хлорофилл b), 1,01 мг/г (каротиноиды); в контроле: 6,15 мг/г (хлорофилл а), 2,06 мг/г (хлорофилл b), 1,08 мг/г (каротиноиды). Эти данные свидетельствуют о не существенном снижении содержания хлорофиллов в обработанных растениях. На содержание каротиноидов препарат влияния практически не оказывал.

Таблица 16. Влияние однократной обработки фунгицидами на содержание пигментов в листовом аппарате яровой пшеницы (2014 г.)

Сорт	Вариант	Содержание пигментов в листовом аппарате, мг/г сухой массы		
		Хлорофилл а	Хлорофилл b	Каротиноиды
Амистар Трио, КЭ				
Дарья	Опыт (8-е сутки после обработки)	7,68	2,94	1,44
	Контроль (без обработки)	8,28	3,31	1,52
Ленинградская 6	Опыт (8-е сутки после обработки)	7,53	2,58	1,41
	Контроль (без обработки)	7,79	3,53	1,33
НСР ₀₅		3,35	1,69	0,66
Дарья	Опыт (17-е сутки после обработки)	5,60	2,22	1,72
	Контроль (без обработки)	6,34	2,25	1,17
Ленинградская 6	Опыт (17-е сутки после обработки)	6,11	1,85	1,01
	Контроль (без обработки)	6,15	2,06	1,08
НСР ₀₅		2,56	1,30	1,05
Триада, ККР				
Дарья	Опыт (4-е сутки после обработки)	9,34	1,96	2,06
	Контроль (без обработки)	12,74	3,48	2,66
Ленинградская 6	Опыт (4-е сутки после обработки)	7,80	1,25	1,98
	Контроль (без обработки)	8,36	1,47	1,98
НСР ₀₅		4,32	1,59	1,05

После обработки яровой пшеницы сорта Дарья препаратом Триада, ККР содержание пигментов на 4-е сутки после обработки составило: 9,34 мг/г (хлорофилл а), 1,96 мг/г (хлорофилл б), 2,06 мг/г (каротиноиды); в контроле соответственно: 12,74 мг/г, 3,48 мг/г, 2,66 мг/г. Это свидетельствует о наличии тенденции снижения содержания этих пигментов в листовом аппарате яровой пшеницы этого сорта. При обработке этим же препаратом яровой пшеницы сорта Ленинградская 6 показатели содержания хлорофиллов в расчёте на сухую массу в варианте с обработкой были на уровне: 7,8 мг/г (хлорофилл а), 1,25 мг/г (хлорофилл б); в контроле соответственно: 8,36 мг/г, 1,47 мг/г, что также указывает на незначительное снижение содержания хлорофиллов в листовом аппарате. На содержание каротиноидов обработка препаратом влияния не оказывала, так как оно как в опыте, так и в контроле составило по 1,98 мг/г в расчёте на сухую массу (Кучерова, 2015).

При обобщении данных, полученных в процессе отработки методики по оценке влияния обработок фунгицидами на пигментный состав в листьях яровой пшеницы, были получены сведения, содержащиеся в таблице 17.

Нами была выявлена тенденция к уменьшению количества пигментов под действием обработки фунгицидом Амистар Трио, КЭ, содержащим в своём составе пропиконазол, ципроконазол и азоксистробин, на 8-е сутки после опрыскивания в растениях яровой пшеницы сорта Дарья и Ленинградская 6 по отношению к контролю, что по результатам статистической обработки носило не существенный характер.

Препарат Триада, ККР, содержащий пропиконазол, тебуконазол и эпоксиконазол при его однократном применении на 4-е сутки после обработки растений яровой пшеницы сорта Дарья привёл к существенному снижению содержания хлорофиллов ($НСР_{05}=3,80$ мг/г) и общего количества пигментов в листовом аппарате ($НСР_{05}=4,27$ мг/г). Изменение содержания хлорофиллов и пигментов в сторону уменьшения в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Ленинградская 6 носило не существенный характер. На

содержание каротиноидов применение этих препаратов влияния не оказывало.

Таблица 17. Влияние однократной обработки фунгицидами на суммарное содержание пигментов в листовом аппарате яровой пшеницы (2014 г.)

Сорт	Вариант	Содержание пигментов в листовом аппарате, мг/г сухой массы	
		Хлорофилл a+b	Хлорофилл a+b + каротиноиды
Амистар Трио, КЭ			
Дарья	8-е сутки после обработки	10,62	12,06
	контроль	11,59	13,11
Ленинградская 6	8-е сутки после обработки	10,11	11,51
	контроль	11,32	12,65
НСР ₀₅		4,92	5,79
Дарья	17-е сутки после обработки	7,82	9,53
	контроль	8,59	9,76
Ленинградская 6	17-е сутки после обработки	7,96	8,97
	контроль	8,22	9,29
НСР ₀₅		4,85	5,52
Триада, ККР			
Дарья	4-е сутки после обработки	11,30	13,35
	контроль	16,22	18,88
Ленинградская 6	4-е сутки после обработки	9,05	11,03
	контроль	9,82	11,80
НСР ₀₅		3,80	4,27

В процессе наших исследований в полевых условиях были получены данные по влиянию фунгицидов на состав хлорофиллов (по каждому пигменту) яровой пшеницы сорта Дарья, представленные в таблице 18. В первой колонке указаны не названия изученных препаратов, а комбинации их действующих веществ.

Таблица 18. Влияние двукратной обработки фунгицидам на содержание хлорофиллов а и b в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Дарья (Ленинградская область, Гатчинский район, 2015 г.)

Комбинации действующих веществ фунгицидов	Содержание хлорофилла а на n-е сутки после 2-й обработки, мг/г сухой массы			Содержание хлорофилла b на n-е сутки после 2-й обработки, мг/г сухой массы		
	8-е	15-е	30-е	8-е	15-е	30-е
тебуконазол (250 г/л)	8,50	8,52	7,38	5,05	5,17	3,63
тебуконазол (250 г/л) + флуоксастробин (180 г/л)	7,94	9,12	7,04	4,52	5,61	3,56
тебуконазол (148 г/л) + протиоконазол (53 г/л) + спирооксамин (224 г/л)	8,58	8,98	8,43	5,45	5,36	4,05
Контроль (без обработки)	7,16	8,97	8,16	4,03	5,60	3,92
НСР ₀₅	1,47	1,54	1,44	1,49	1,97	1,40

Согласно данным таблицы 18 на 8-е сутки после обработок наименьшее содержание хлорофиллов отмечалось в контроле, а наибольшее - в варианте с применением препарата на основе спироксамина, тебуконазола и протиоконазола. К 15-м суткам после проведения обработок во всех вариантах опыта произошло увеличение содержания хлорофиллов, при этом наименьшее количество этих пигментов отмечено в варианте с применением препарата на основе тебуконазола. В остальных вариантах опыта это оно находилось примерно на одном уровне. На 30-е сутки после обработки во всех вариантах опытов наблюдалось снижение содержания хлорофиллов, при этом наименьшим оно было в варианте опыта с применением двухкомпонентного препарата Эвито Т, КС на основе флуксапироксада и тебуконазола, наибольшее - в варианте с применением препарата Солигор, КЭ.

На рисунке 50 представлен график изменения содержания каротиноидов в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Дарья под действием фунгицидов в динамике.

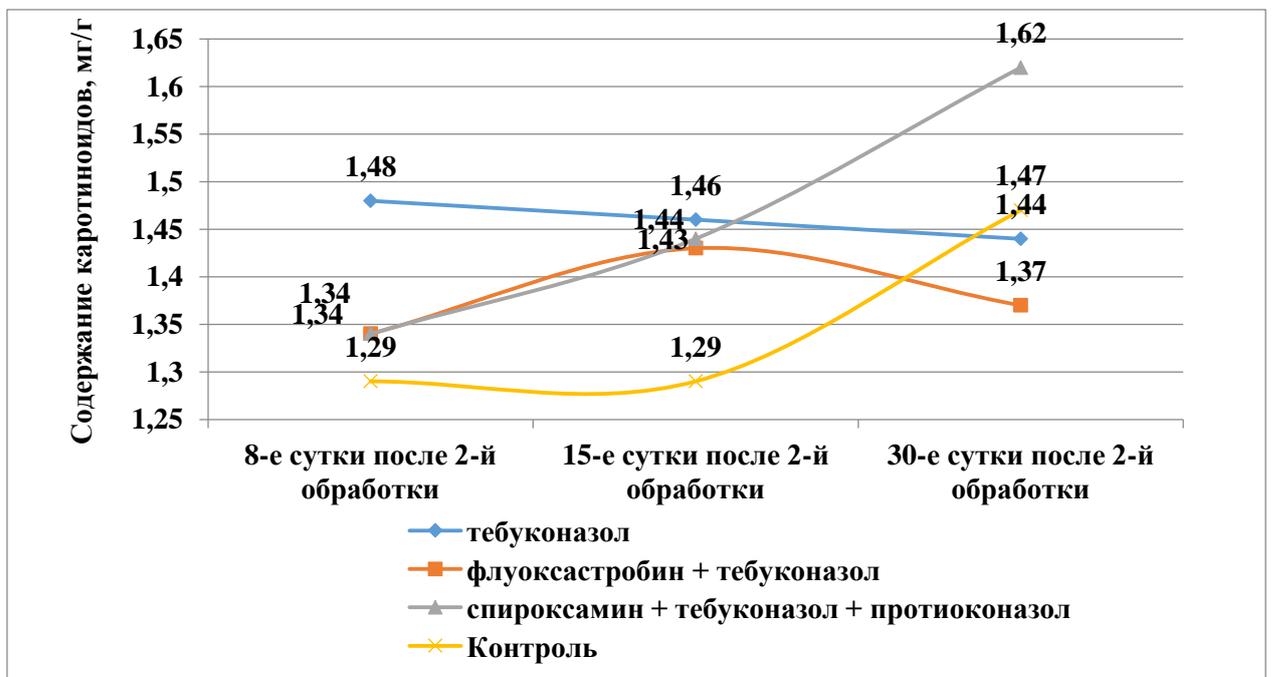


Рисунок 50. Содержание каротиноидов в растениях яровой пшеницы сорта Дарья, двукратно обработанных фунгицидами (Ленинградская область, Гатчинский район, 2015 г.)

Обработки препаратом на основе тебуконазола практически не приводили к изменению их содержания в листовом аппарате яровой пшеницы на всём протяжении проведения эксперимента. Применение двухкомпонентного препарата на основе флуоксастробина и тебуконазола к 15-м суткам после проведения обработок привело к увеличению их содержания, а к 30-м - к его падению. Количество каротиноидов в листовом аппарате яровой пшеницы непрерывно росло после проведения обработок препаратом Солигор, КЭ по аналогии с контролем, но в последнем оно было ниже. НСР₀₅ на 8-е, 15-е и 30-е сутки после 2-й обработки составляла соответственно 0,21; 0,39 и 0,26 мг/г в пересчёте на сухое вещество.

Результаты статистической обработки по влиянию применения фунгицидов на содержание пигментов (по группам) показали, что выше обозначенные тенденции носили не существенный характер.

В ходе обобщения полученных данных было рассчитано суммарное содержание хлорофиллов и суммарное содержание всех изучаемых пигментов по каждому варианту опытов. Эти данные представлены на рисунке 51.

Согласно этим данным тенденции как в отношении к суммарным показателям хлорофиллов а и b, так и в отношении к общему содержанию пигментов после обработок фунгицидами носят одинаковый характер. Данные, приведённые на этом рисунке, отражают закономерность изменения содержания пигментов под действием обработок фунгицидами по аналогии с закономерностями изменения количества хлорофиллов по-отдельности (а и b). Однако, стоит отметить, что применение препарата Солигор, КЭ на основе спирокарбама, тебуконазола и протиоконазола на 8-е сутки после проведения обработок оказало существенное, статистически достоверное увеличение содержания пигментов (содержание хлорофиллов а+b и общий пигментный состав) в листовом аппарате яровой пшеницы сорта Дарья по отношению контролю (НСР₀₅ по сумме хлорофиллов - 2,84 мг/г; НСР₀₅ по суммарному содержанию пигментов - 2,76 мг/г сухой массы).

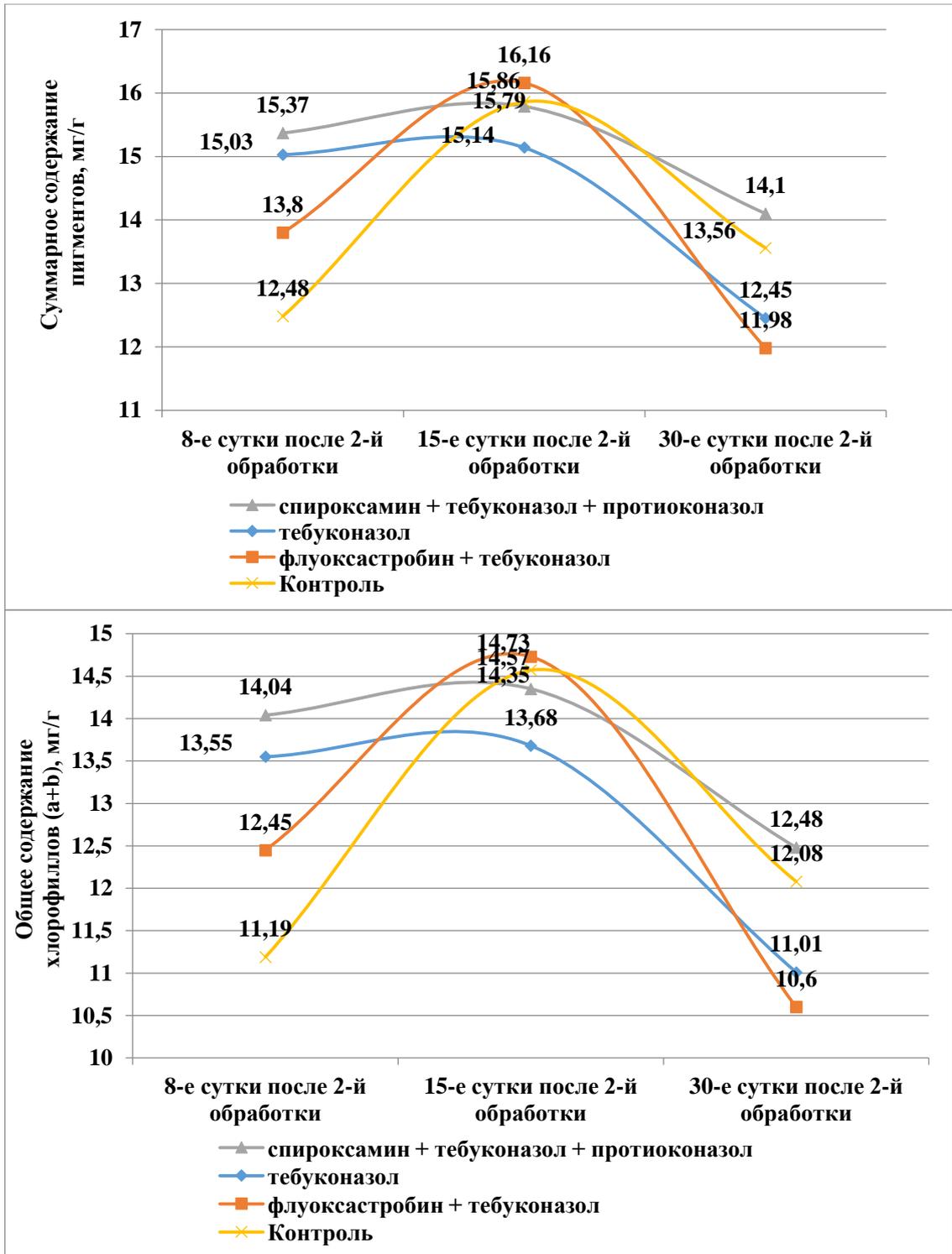


Рисунок 51. Суммарное содержание пигментов в растениях яровой пшеницы сорта Дарья, двукратно (Ленинградская область, Гатчинский район, 2015 г.)

Данные по эффективности против мучнистой росы и септориозно-пиренофорозной пятнистости, зафиксированных в 2015 году в качестве основных возбудителей болезней вегетирующих растений, свидетельствуют о высокой биологической эффективности препарата Фоликур, КЭ: 97,4-100%; (против мучнистой росы) и 89,8-98,5% (против пятнистостей).

Препарат Эвито Т, КС обеспечивал соответственно снижение развития мучнистой росы на 97,9-100%; пятнистостей – на 89,0-97,0%. Биологическая эффективность трёхкомпонентного препарата Солигор, КЭ против мучнистой росы составила 100% и против пятнистостей: 91,4-100%. Развитие болезней в контроле - до 16,3% (мучнистая роса) и до 24,5% (пятнистости).

Результаты опытов по оценке влияния обработок фунгицидами на урожайность яровой пшеницы сорта Дарья приведены в таблице 19.

Таблица 19. Влияние обработок фунгицидами на урожайность яровой пшеницы сорта Дарья в Ленинградской области (Ленинградская область, Гатчинский р-н, 2015)

№ п/п	Комбинация действующих веществ	Норма применения, л/га	Кратность обработок	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность		Масса зерна с 1 колоса, г	
					ц/га	% к контролю		
1.	тебуконазол (250 г/л)	1,0	2	43,2	56,5	122,0	1,26	
2.	тебуконазол (250 г/л) + флуоксастробин (180 г/л)	1,0	2	44,3	59,7	128,7	1,10	
3.	тебуконазол (148 г/л) + протиоконазол (53 г/л) + спирокарсамин (224 г/л)	0,4+0,8	2	44,8	64,8	142,3	1,13	
4.	контроль (без обработки)	-	-	39,6	46,3	-	0,90	
				НСР _{0,5}	3,4	9,6	-	0,30

Согласно этим сведениям стоит заметить, что наибольшую статистически достоверную прибавку урожайности относительно контроля обеспечивало применение трёхкомпонентного препарата Солигор, КЭ на основе тебуконазола, протиоконазола и спирокарсамина; наименьшую – применение однокомпонентного препарата Фоликур, КЭ содержащим один тебуконазол. По массе зерна с 1 колоса существенные различия между контролем и опытом выявлены только в варианте с применением препарата Фоликур, КЭ. По массе 1000 зерен отмечены существенные различия между контролем и опытом у всех изучаемых препаратов.

В связи с тем, что биологическая эффективность трёх изучаемых фунгицидов против мучнистой росы и септориозно-пиренофрозной пятнистости была высокой (89-100%) и примерно одинаковой во всех вариантах опыта, то возможно наибольшие показатели массы 1000 зёрен и прибавке урожайности при применении препарата Солигор, КЭ могли

оказаться следствием не только его высокой биологической эффективности, но и его влиянии на пигментный состав в листовом аппарате яровой пшеницы через неделю после проведения второй обработки. Прибавки по показателям массы 1000 зёрен и урожайность по двум остальным препаратам стоит объяснить, прежде всего, их высокой биологической эффективностью, так как в ходе проведения опыта было выявлено различное незначительное влияние на пигментный состав в листовом аппарате яровой пшеницы.

Согласно исследованиям В.Г. Ладыгина и Г.Н. Ширшиковой (2006) каротиноиды в растениях выполняют ряд важнейших функций, а именно: фотозащитную, светособирающую, структурную, а также непосредственное участие в процессах фотосистем I и II. Светособирающая функция, которую выполняют ряд каротиноидов, заключается в передаче поглощённой энергии света на хлорофилл b. Фотозащитная функция заключается в том, что при избыточном освещении в присутствии кислорода каротиноиды ксантофилловых циклов предохраняют хлорофиллы и липиды фотосинтетических мембран от фотодеструкции. В наших исследованиях применение препарата Солигор, КЭ приводило пусть к незначительному, но увеличению этих важных для растения пигментов, что способствовало лучшему сохранению хлорофиллов в листовом аппарате растений пшеницы яровой сорта Дарья, вследствие чего деятельность фотосинтетического аппарата сохранялась дольше, чем при обработках препаратами Фоликур, КЭ и Эвито Т, КС. Более того, в варианте с применением этого препарата наблюдалось существенное начальное увеличение продуктивности фотосинтеза в фазе колошения-налива зерна, что вероятно привело к более интенсивному накоплению полезных веществ будущего урожая. В связи с этим сильное влияние на урожайность обработок этим препаратом можно объяснить не только его высокой биологической эффективностью против болезней пшеницы яровой, но и его косвенным положительным действием на фотосинтетические процессы в растениях, отвечающих за продуктивность.

Проведённые исследования и анализ литературных данных свидетельствуют о различном влиянии обработок фунгицидами на состав пигментов в листьях пшеницы. Это зависит от комплекса факторов биотического и абиотического характера, сопутствующих фунгицидным обработкам, таким как: культура, климатические условия, действующее вещество самого препарата, фон минерального питания, предшественник, наличие или отсутствие болезней, фаза развития культуры после проведения обработок и т.д. Это говорит о том, что в этом аспекте в дальнейшем каждый фунгицид требует индивидуального изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В Северо-Западном регионе на посевах пшеницы яровой в период вегетации на естественном инфекционном фоне в зависимости от складывающихся погодных условий отмечается проявление мучнистой росы, бурой ржавчины, септориоза и пиренофороза. В наших исследованиях наиболее благоприятными для развития бурой ржавчины были 2012 и 2014 годы, когда её развитие достигало 41,1%. В 2013 году развитие септориозно-пиренофорозной пятнистости достигало 32,7%. Благоприятным для пятнистостей оказался и 2016 год, когда их развитие было на уровне 23,9%.

2. В наших исследованиях препарат Титул 390, ККР за три года его изучения при двукратном применении в норме 0,26 л/га был высокоэффективен против бурой ржавчины (68,6-99,0%), септориоза (86,7-100%) и септориозно-пиренофорозной пятнистости (75,7-92,6%). Против мучнистой росы на посевах яровой пшеницы сорта Дарья он достигал эффективности 72,2%, на сорте Ленинградская 6 отмечена нами 100%-я биологическая эффективность. Величина сохранённого урожая от использования этого препарата в годы исследований достигала 49,7%.

Эффективность препарата Альто Турбо, КЭ против септориозно-пиренофорозной пятнистости и бурой ржавчины была высокой независимо от нормы применения (82,8-100%), обеспечивая сохранение 6,3-10,4% урожая. При двукратном использовании этого препарата в максимальной норме применения (0,5 л/га) эффективность его была на уровне 87,8-100% против бурой ржавчины и септориоза, что позволило сохранить до 47,7% урожая.

Оптимальными нормами применения препарата Триада, ККР для защиты пшеницы яровой от пятнистостей были нормы 0,5-0,6 л/га. При этих нормах однократная обработка обеспечивает биологическую эффективность против септориозно-пиренофорозной пятнистости на уровне 90,2-93,1% при сохранении до 13,2% урожая. В 2014 году, как при однократном, так и двукратном применении препарата Триада, ККР он был высокоэффективен

как против бурой ржавчины (95,1-100%), так и против септориоза (86,7-100%).

Оптимальными регламентами применения препарата Капелла, МЭ против мучнистой росы и септориоза стоит считать нормы применения 0,8-1,0 л/га. Биологическая эффективность однократного применения препарата в этих нормах составила в среднем 77,8-93,4% (против септориоза) и 95,7-100% (против мучнистой росы) при величине сохранённого урожая 8,8-13,1%.

Однократное применение препарата Приаксор Макс, КЭ при нормах 0,75-0,9 л/га, обеспечивало эффективную защиту пшеницы яровой от пятнистостей и мучнистой росы. Биологическая эффективность против пиренофорозно-септориозной пятнистости в среднем составляла 73,3-96,0%, а против мучнистой росы – 94,4-100% при величине сохранённого урожая до 27,0%.

Для эффективной защиты пшеницы яровой от мучнистой росы и пятнистостей листьев достаточно однократной обработки препаратом Эвито Т, КС при норме применения 0,7 л/га. Его эффективность против септориозно-пиренофорозной пятнистости достигала 93,4%, а против мучнистой росы – 97,9%.

Использование двукратной обработки препаратом Солигор, КЭ при нормах применения 0,4-0,6 л/га оказалось наиболее приемлемо для эффективной защиты пшеницы яровой от мучнистой росы и пятнистостей листьев. Его эффективность против септориозно-пиренофорозной пятнистости и мучнистой росы при этих регламентах достигала 100% при величине сохранённого урожая 27,4-38,4%.

Фунгицид Оптимо, КЭ в наших исследованиях был недостаточно эффективен против септориозно-пиренофорозной пятнистости - 17,1-60,0%, против бурой ржавчины - 32,4-69,0%.

Однократные обработки препаратом Терапевт Про, КС целесообразно проводить при нормах применения 0,6-0,7 л/га. Биологическая

эффективность этого препарата в этих регламентах против септориозно-пиренофорозной пятнистости составляла 92,0-100%, против бурой ржавчины – 86,2-100%.

3. Установлено, что в урожае, а именно в зерне, количество действующих веществ изученных нами препаратов было ниже уровня МДУ, что говорит о безопасности применения изученных фунгицидов при условии соблюдения регламентов их применения. Установлена зависимость динамики деградации пропиконазола (действующего вещества препарата Титул 390, ККР) и тебуконазола (действующего вещества препарата Фоликур, КЭ) в зелёной массе пшеницы яровой от сорта и фона минерального питания. При применении препаратов Триада, ККР и Приаксор Макс, КЭ в зерне во всех вариантах опыта пропиконазола обнаружено не было. В южном регионе (Волгоградская, Ростовская области) его деградация происходила быстрее, чем в Ленинградской области. Такая же тенденция отмечена нами и по динамике разложения тебуконазола и эпоксиконазола (Триада, ККР), а также пираклостробина и флуксапироксада (Приаксор Макс, КЭ).

4. Проведенные нами расчёты основных экотоксикологических показателей изученных фунгицидов, позволяют выбрать менее опасные из них. Препарат Оптим, КЭ по трём основным экотоксикологическим показателям (токсическая – 20-40 полулетальных доз на га и экологическая – 100-200 у.е. нагрузки, коэффициент опасности для пчёл – (0,32-0,66) обладал наилучшими параметрами. По токсической нагрузке (52,5-113,4 полулетальных доз на га) в пятёрку наиболее безопасных также вошли препараты Терапевт Про, КС; Титул 390, ККР, Приаксор Макс, КЭ и Триада, ККР. По коэффициенту опасности для пчёл (1,01-2,05) таковыми оказались фунгициды Титул 390, ККР; Приаксор Макс, КЭ; Альто Турбо, КЭ и Альто Супер, КЭ. По экологической нагрузке (419,6-1286,5 у.е.) наилучшими были препараты Титул 390, ККР; Ютака, СЭ; Терапевт Про, КС и Приаксор Макс, КЭ. Препараты Оптим, КЭ; Титул 390, ККР и Приаксор Макс, КЭ по всем показателям обладали наилучшими экотоксикологическими параметрами.

Терапевт Про, КС обладал хорошими экотоксикологическими характеристиками по двум из трёх выбранных нами показателей. Ютака, СЭ; Триада, ККР; Альто Турбо, КЭ и Альто Супер, КЭ только по одному из трёх параметров входили в пятёрку наиболее предпочтительных в экологическом плане фунгицидов.

5. В результате проведённых лабораторных исследований фунгицида Амистар Трио, КЭ (пропиконазол, азоксистробин и ципроконазол) было установлено, что существенного влияния на пигментный состав листьев яровой пшеницы сортов Дарья и Ленинградская 6 он не оказал. Препарат Триада, ККР (пропиконазол, тебуконазол и эпоксиконазол) на 4-е сутки после обработки снижал общее содержание хлорофиллов (11,30 мг/г – опыт; 16,22 мг/г – контроль, при НСР₀₅ 3,80 мг/г сухой массы) и общее содержание фотосинтетических пигментов (13,35 мг/г – опыт; 18,88 мг/г – контроль, при НСР₀₅ 4,27 мг/г сухой массы) в листовом аппарате пшеницы яровой только сорта Дарья. Существенные изменения в сторону увеличения содержания фотосинтетических пигментов выявлены на 8-е сутки после 2-й обработки препаратом Солигор, КЭ, содержащим в своём составе спироksamин, тебуконазол и протиоконазол в полевых опытах на сорте Дарья. Содержание хлорофиллов и общее содержание пигментов в опыте было соответственно 14,04 и 15,37 мг/г сухой массы; в контроле – 11,19 и 12,48 мг/г сухой массы при НСР₀₅ 2,84 и 2,76 мг/г.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для эффективной и безопасной защиты пшеницы яровой от листовых болезней на Северо-Западе Нечерноземной зоны РФ рекомендуем следующие фунгициды и регламенты их применения для однократной обработки - Триада, ККР (140+140+72 г/л) – в норме применения 0,5-0,6 л/га; Терапевт Про, КС (125+125+80 г/л) – 0,6-0,7 л/га; Капелла, МЭ (120+60+30 г/л) – 0,8-1,0 л/га и Эвито Т, КС (180+250 г/л) – 0,7 л/га; для двукратной обработки - Альто Турбо, КЭ (250+160 г/л) – в норме применения 0,4 л/га, Солигор, КЭ (224+167+43 г/л) – 0,4-0,6 л/га.

2. Результаты оценки биологической эффективности препарата Приаксор Макс, КЭ могут быть использованы в процессе Государственной регистрации, как перспективного фунгицида для борьбы с пиренофорозом, септориозом и мучнистой росой пшеницы яровой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипов, М.В. Оценка биопотенциала производства продовольствия в Северо-Западном регионе России / М.В. Архипов, А.И. Иванов, Т.А. Данилова и др., под. ред. К.А. Лайшева, М.В. Архипова. – Санкт-Петербург-Пушкин. - 2016. - 136 с.
2. Атрашкова, А.В. Эколого-токсикологическое обоснование применения пестицидов на овсе /И.В. Атрашкова// Автор. дисс. на соиск. учёной степени кандидата с.-х. наук. – 2002. – 18 с.
3. Афанасенко, О.С. Болезни культурных растений / О.С. Афанасенко, И.Н. Велецкий, Э.А. Власова и др., ред. В.В. Котова; науч. ред. В.А. Павлюшин – Санкт-Петербург: Инновационный центр защиты растений. - 2005. - 288 с.
4. Ахмедов, С.А. Влияние минеральных удобрений на поражаемость пшениц бурой ржавчиной в зависимости от предшественников / С.А. Ахмедов // Тезисы восьмой сессии Закавказского совета по координации научно-исследовательских работ по защите растений (14-16 декабря 1977 г.). – Ереван. – 1977. – С. 13-14.
5. Бабаянц, О.В. Жёлто-бурая пятнистость (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler). Стратегия и тактика защиты озимой пшеницы / О.В. Бабаянц, А.Ю. Драч, М.А. Бушулян // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 45-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений», Минск-Прилуки, 17-19 мая. – Минск. – 2016. – С. 202-204.
6. Берим, Н.Г. Химическая защита растений / Н.Г. Берим - Ленинград: Колос, 1972. – 192 с.
7. Блинова, Т.Ф. Деградация Байлотона при его применении в интенсивных технологиях возделывания озимой пшеницы / Т.Ф. Блинова // Деградация пестицидов при комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов. - Л. – ВИЗР. - 1990. - С. 56.

8. Блинова, Т.Ф. Динамика байлетона и тилта на озимой пшенице, возделываемой по интенсивной технологии в Ставропольском крае / Блинова Т.Ф., Ушкалова С.О. // Деградация пестицидов в условиях интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур: Тезисы докладов Симпозиума «Деградация пестицидов в условиях интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур. - Рига, ВАСХНИЛ, ВИЗР. - 1987. – С. 14-16.

9. Биркенгоф, А.Л. Ленинградская область. Природа и хозяйство / А.Л. Биркенгоф, А.В. Даринский, С.Г. Кобяков и др., под ред. С.С. Голованова – Ленинград: Лениздат. - 1958. - 344 с.

10. Буров, В.Н. Методы оценки экологической безопасности пестицидов при использовании их в интегрированной защите растений /В.Н. Буров, С.Л. Тютюрев, Г.И. Сухорученко, Т.М. Петрова. – Санкт-Петербург. - 1995. - 14 с.

11. Вавин, В.Г. Деградация пестицидных препаратов при применении на яровой пшенице в лесостепной зоне Западной Сибири / В.Г. Вавин // Автор. дисс. на соиск. учёной степени кандидата с.-х. наук. – Санкт-Петербург. – 1993. - 19 с.

12. Васецкая, М.Н. Септориоз пшеницы / М.Н. Васецкая, С.М. Чигирев // Защита растений - 1986. - № 6. - С. 17-18.

13. Вердеревский, Д. Борьба с бурой ржавчиной пшеницы / Д. Вердеревский, А. Стоянова // Земледелие и животноводство Молдавии. – Кишинёв. – 1959. - № 5. – С. 64-66.

14. Волкова, Г.В. Жёлтая пятнистость листьев пшеницы / Г.В. Волкова, О.Ю. Кремнева, А.Е. Андропова, В.Д. Надыкта. - Краснодар. - ВНИИБЗР. - 2012. - 107 с.

15. Волчевская, А.Е. Изменение белок-протеазного комплекса листьев озимой пшеницы при поражении бурой ржавчиной / А.Е. Волчевская, Л.Т. Бабаянц, А.П. Левицкий, С.В. Вовчук // Научно-

технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. Одесса – 1990. - № 3(77) – С. 27-31.

16. Воронков, Л.А. Состояние фотосинтетического аппарата пшеницы при поражении бурой листовой ржавчиной / Л.А. Воронков, Т.К. Гордиенко // Тезисы докладов 2-го съезда Всесоюзного общества физиологов растений (24-29 сентября 1990 г., Минск). – Москва. – 1992. – С. 45.

17. Гаврилов, А.А. Проявление бурой ржавчины на озимой пшенице в зависимости от влагообеспеченности и питания / А.А. Гаврилов, В.Г. Бурдюгов // Научные труды Ставропольского СХИ «Защита растений от вредителей и болезней». – 1978. – Т. 3.- вып. № 41. – С. 46-59.

18. Гагкаева, Т.Ю., Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова, М.М. Левитин, К.В. Новожилов // Приложение к журналу "Защита и карантин растений". - 2011. - №. 5 - С. 9-12.

19. Глинушкин, А.П. Пшеница и хлеб: агроэкологическая и технологическая эффективность защиты яровой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала / А.П. Глинушкин. - Саратов: ИЦ "Наука". - 2009. - 198 с.

20. Голышин, Н.М. Новые системные фунгициды и их использование / Н.М. Голышин // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1984. - Т. XXIX. - № 1. - С. 74-83.

21. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2010. – 804 с.

22. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации и дополнения к нему. – Москва, 2011. – 715 с.

23. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2012. – 578 с.

24. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2013. – 636 с.

25. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2014. – 692 с.

26. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2015. – 720 с.

27. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2016. – 880 с.

28. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Москва. – 2017. – 792 с.

29. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2018. – 816 с.

30. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2019. – 848 с.

31. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. - Москва. – 2020. – 826 с.

32. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, Т.1. Сорта растений. - Москва. - 2014.

33. Гранин, Е.Ф. Пиренофороз озимой пшеницы на Северном Кавказе / Е.Ф. Гранин, Э.М. Монастырская, Г.А. Краева, К.Ю. Кочубей // Защита и карантин растений - 1989. - № 12. - С. 21.

34. Гришечкина, Л.Д. Тенденции формирования ассортимента фунгицидов для защиты зерновых культур / Л.Д. Гришечкина // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 45-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений», Минск-Прилуки, 17-19 мая. – Минск. – 2016. – С. 234-238.

35. Гришечкина, Л.Д. Агробиологическое и экотоксикологическое обоснование формирования ассортимента фунгицидов для защиты пшеницы / Л.Д. Гришечкина // Диссертация на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук. - Санкт-Петербург-Пушкин. - 2018. - 395 с.

36. Гришечкина, Л.Д. Достижения в области защиты зерновых культур от комплекса болезней / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко // Химический метод защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции 6-10 декабря 2004 г. - 2004. - С. 75-78.

37. Гришечкина, Л.Д. Современные фунгициды для интегрированных систем защиты зерновых культур от комплекса фитопатогенов / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко // Вестник ОрелГАУ. – 2012. - № 6(39). – С. 7-10.

38. Гришечкина, Л.Д. Фунгициды нового поколения для защиты сельскохозяйственных культур от фитоинфекций / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко, Т.И. Милютенкова, А.С. Шатова, М.В. Киндрат, Н.А. Боровикова, Л.И. Волгина, А.А. Зверев, Л.И. Никулина // Химический метод защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции 6-10 декабря 2004 г. - 2004. - С. 79-81.

39. Гришечкина, Л.Д. Высокоэффективный фунгицид на зерновых культурах / Л.Д. Гришечкина, Г.Ш. Котикова, Т.И. Милютенкова // Агро XXI. - 2000. - №2. - С. 8.

40. Гришечкина, Л.Д. Карбоксамиды - эффективные средства борьбы с комплексом болезней зерновых культур / Л.Д. Гришечкина, А.И. Силаев // Земледелие. - 2017. - № 2. - С. 43-46.

41. Гришечкина, Л.Д. Стробилурины для современных технологий возделывания зерновых культур / Л.Д. Гришечкина, А.И. Силаев, Е.Ф. Коренюк // Защита растений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Материалы международной научно-практической конференции (п. Краснообск, 24-26 июля 2013 г) - Краснообск. - 2013. - С. 109-111.

42. Гультяева, Е.И. Болезни зерновых культур и рапса в Северо-Западном регионе в 2016 г. / Е.И. Гультяева, Е.Л. Гасич, М.М. Левитин, И.В. Маслова, О.А. Колесникова, М.П. Вусатюк, Е.Л. Шайдаюк, М.М. Гомжина, Н.П. Шипилова // Защита и карантин растений. - 2017. - № 4. - С. 27-29.

43. Гультяева, Е.И. Болезни зерновых культур в Северо-Западном регионе России / Е.И. Гультяева, М.М. Левитин, Н.Ф. Семенякина, Н.В. Никифорова, Н.И. Савельева // Защита и карантин растений. - 2007. - № 6. - С. 15-16.

44. Гультяева, Е.И. Фитосанитарная ситуация на посевах зерновых культур в Северо-Западном регионе / Е.И. Гультяева, М.М. Левитин, Н.Ф. Семенякина, Н.В. Никифорова, Е.В. Казакевич // Защита и карантин растений. - 2008. - № 6. - С. 50-51.

45. Гультяева, Е.И. Болезни зерновых культур и рапса в Северо-Западном регионе в 2016 году / Е.И. Гультяева, Е.Л. Гасич, М.М. Левитин, О.А. Колесникова, М.П. Вусатюк, Е.Л. Шайдаюк, М.М. Гомжина, Н.П. Шипилова // Защита и карантин растений. – 2017. - № 4. – С. 27-29.

46. Гультяева, Е.И. Болезни зерновых культур в Северо-Западном регионе в 2017 г. /Е.И. Гультяева, Е.Л. Шайдаюк, Н.П. Шипилова, М.М. Левитин, И.В. Маслова, М.П. Вусатюк, О.А. Колесникова // Защита и карантин растений. - 2018 - № 4. - С. 19-21.

47. Дацюк, П.В. Оценка состояния посевов озимой пшеницы по фазам вегетации в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны. (Методическое пособие) / П.В. Дацюк, О.А. Антошина, В.И. Петракова, В.З. Веневцев. - Москва - ФГУ РЦСК. - 2008. - С.34-40.

48. Деревянкин, А.И. О специализации возбудителей септориозов пшеницы / А.И. Деревянкин // Микология и фитопатология. - 1969. - Т. 3 - вып. 3. - С. 256-258.

49. Долженко, В.И. Принципы совершенствования и оптимизации ассортимента химических средств защиты растений / В.И. Долженко // Химический метод защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции 6-10 декабря 2004 г. - 2004. - С. 86-88.

50. Долженко, В.И. Повысить фитосанитарную безопасность Российской Федерации / В.И. Долженко // Защита и карантин растений – 2011. - № 2. – С. 4-7.

51. Долженко, В.И. Принципы создания экологически безопасных систем защиты растений / В.И. Долженко, Т.В. Долженко // Химический метод защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции 6-10 декабря 2004 г. - 2004. - С. 91-93.

52. Долженко, В.И. Защита растений: состояние, проблемы и перспективы их решения в зерновом производстве / В.И. Долженко, А.И. Силаев // Агро XXI. – 2010. – № 7-9. – С. 3-5.

53. Долженко, Т.В. Экологизированная защита растений. Экологическое обоснование основных положений выпускной квалификационной работы. Методические указания для студентов, обучающихся по специальности «Защита растений» / Т.В. Долженко. – Санкт-Петербург - СПбГАУ. - 2009. – 19 с.

54. Долженко, Т.В. Экотоксикологический мониторинг пестицидов в агроэкосистемах / Т.В. Долженко, В.И. Долженко. – Санкт-Петербург - СПбГАУ. - 2006. - 14 с.

55. Доронин, В.Г. Эффективность защиты яровой мягкой пшеницы от листостеблевых болезней в южной лесостепи Западной Сибири / В.Г. Доронин, Е. Н. Ледовский, С. В. Кривошеева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2018. - № 3 (52). - С. 15-21.

56. Дробязко, Р.В. Как повысить эффективность Фалькона / Р.В. Дробязко // Защита и карантин растений. - 2010. - №4. - С. 26-27.
57. Друскульдинов, С.Б. Деградация перспективных фунгицидов и гербицидов в почве и в растениях зерновых культур / С.Б. Друскульдинов // Деградация пестицидов при комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов. - Ленинград – ВИЗР. - 1990.
58. Дымина, Е.В. От чего зависит развитие септориоза яровой пшеницы / Е.В. Дымина // Защита и карантин растений. – 1997. - № 12. – С. 12.
59. Ежегодный справочник агронома 2016. – Санкт-Петербург. - 2016. - С. 27-30.
60. Ежегодный справочник агронома 2017. – Санкт-Петербург. - 2017. - С. 11-14.
61. Жуклис, Л.П. Септориозы озимой пшеницы / Л.П. Жуклис // Тезисы докладов научно-практической конференции "Защита сельскохозяйственных растений в условиях применения интенсивных технологий", Минск, 21-22 октября 1987 г. - Минск. - 1987. - Ч. 2. - С. 136.
62. Зазимко, М.И. Временные рекомендации по защите зерновых колосовых культур от вредителей, болезней и сорной растительности в санитарно-охранных зонах Краснодарского края / М.И. Зазимко, Н.А. Возов, Е.С. Забавина и др. - Краснодар. - 1988. - 16 с.
63. Защепкин, Е.Е. Жёлтая пятнистость как составная часть патогенного комплекса озимой пшеницы в центральном предкавказье / Е.Е. Защепкин, А.П. Шутко, Л.В. Тутуржанс // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2. - ч. 2. - 11 с. - [Электронный ресурс] – URL: <https://science-education.ru/pdf/2015/2-2/444.pdf> [дата обращения 04.10.2018].
64. Захаренко, В.А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам - мировая проблема / В.А. Захаренко // Вестник защиты растений. - 2001. - № 1. - С. 3-17.

65. Захаренко, В.А. Экономические аспекты применения пестицидов в системе фитосанитарной стабилизации России / В.А. Захаренко // Агрохимия. – 2003. – № 11. – С. 85-96.

66. Захаренко, В.А. Нанофитосанитария - научное направление, объединяющее нанотехнологию и современную защиту растений. Часть 1. Общая концепция / В.А. Захаренко // Агрохимия. - 2011. №. 3. - С 3-16.

67. Захаренко, В.А. Нанофитосанитария - научное направление, объединяющее нанотехнологию и современную защиту растений. Часть 2. Перспективные нанотехнологии и методы исследования в области фитосанитарии / В.А. Захаренко // Агрохимия. – 2011. – № 4. – С. 3-21.

68. Захаренко, В.А. Нанофитосанитария - научное направление, объединяющее нанотехнологию и современную защиту растений. Часть 3. Безопасность наноматериалов и нанотехнологий в нанофитосанитарии / В.А. Захаренко // Агрохимия. – 2011. – № 5. – С. 3-8.

69. Захаренко, В.А. Нанофитосанитария: сегодня и завтра / В.А. Захаренко // Приложение к журналу "Защита и карантин растений" № 1. - 2013. - С. 61-70.

70. Захарычев, В.В. Грибы и фунгициды / В.В. Захарычев. – Санкт-Петербург: изд. "Лань". - 2019. - 272 с.

71. Зинченко, В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность / В.А. Зинченко. - Москва: КолосС. - 2012. - 247 с.

72. Зыкова, С.Н. Динамика действия фунгицидов Байлетона и Фундазола в растениях озимой пшеницы / С.Н. Зыкова, Т.Н. Ипатова // Тезисы докладов научно-практической конференции "Защита сельскохозяйственных растений в условиях применения интенсивных технологий", Минск, 21-22 октября 1987 г. - Минск. - 1987. - Ч. 2. - С. 7-8.

73. Иванов, А.А. Увеличение продолжительности жизни листьев пшеницы при обработке растений фунгицидом / А.А. Иванов, Н.И. Шабнова,

Ю.С. Дунаева, А.А. Кособрюхов // Физиология и биохимия культурных растений. – 2013. - Т. 45. - № 2. С. 164-172.

74. Ижевский, С.С. Негативные последствия применения пестицидов / С.С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2006. – № 5. – С. 14-16.

75. Ишкова, Т.И. Диагностика основных грибных болезней злаков / Т.И. Ишкова, Л.И. Берестецкая, Е.Л. Гасич и др. – Санкт-Петербург. - 2008 - 76 с.

76. Ишкова, Т.И., Грибные болезни зерновых культур на Северо-Западе России / Т.И. Ишкова, Е.И. Гультяева, М.М. Левитин // Защита и карантин растений. - 2004. - № 12. - С. 15-16.

77. Ипатова, Т.Н. Скорость деградации Гилта в растениях озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии в условиях Латвийской ССР / Т.Н. Ипатова // Деградация пестицидов при комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов. - Ленинград – ВИЗР. - 1990. - С. 53-54.

78. Ипатова, Т.Н. Динамика разложения фунгицидов Байлетона и Бенлата в растениях озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии в условиях Латвийской ССР / Т.Н. Ипатова, В.И. Жигимонт, Ж.Я. Гайчук // Деградация пестицидов при комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов. - Ленинград – ВИЗР. - 1990. - С. 57-58.

79. Ипатова, Т.Н. Динамика разложения байлетона и фундазола, применяемых в интенсивных технологиях возделывания зерновых культур в условиях Латвийской ССР / Т.Н. Ипатова, С.Н. Зыкова // Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. - 1988. - № 72. - С.42-46.

80. Кавецкий, В.Н. Мониторинг пестицидов и критерии экотоксикологической оценки их применения в агроэкосистемах / В.Н. Кавецкий // Автореф. дисс. док. с/х. наук. – Москва. – 1991. – 26 с.

81. Кавецкий, В.Н. Константа скорости распада пестицидов в растениях / В.Н. Кавецкий, Л.И. Бублик // Деградация пестицидов в условиях интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур: Тезисы докладов Симпозиума «Деградация пестицидов в условиях интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур». - Рига, ВАСХНИЛ, ВИЗР. - 1987. – С. 7-9.

82. Карпец, Ю.В. Влияние фунгицида седаксан на устойчивость растений пшеницы (*Triticum aestivum* L.) различных экотипов к почвенной засухе / Ю.В.Карпец, Ю.Е. Колупаев, Т.О. Ястреб, А.А. Луговая, Е.Ю. Заярная // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія. - 2016. - № 3 (39). – С. 39-47.

83. Картошкина, Н.Ф. Специализация форм *Erysiphe graminis* DC в Ленинградской области, их субстратная (физиологическая) изменчивость и критерии / Н.Ф. Картошкина // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. Грибные, бактериальные и вирусные болезни растений (биология, систематика, методы исследования и борьбы). - Вып. 21. - Ч. 2. -1964. - С.3-12.

84. Касумова, А.М. О некоторых биологических особенностях возбудителя септориоза пшеницы и других кормовых злаков / А.М. Касумова// Тезисы восьмой сессии Закавказского совета по координации научно-исследовательских работ по защите растений (14-16 декабря 1977 г.). – Ереван. – 1977. – С. 35-36.

85. Квасов, Н.А. Влияние комплексного применения средств химизации на формирование урожая озимой пшеницы по различным предшественникам / Н.А. Квасов // Пути повышения качества зерна сельскохозяйственных культур. Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. – Ставрополь. – 1999. – С. 117-130.

86. Кекало, А.Ю. Защита зерновых культур от болезней. Монография / А.Ю. Кекало, В.В. Немченко, Н.Ю. Загарян, М.Ю. Цыпышева. - Куртамыш: ООО «Куртамышская типография». - 2017. – 172 с.

87. Кивачицкая, М.М. Эколого-токсикологическое обоснование регламентов безопасного применения пестицидов в защите ячменя от вредных организмов / М.М. Кивачицкая // Автор. дисс. на соиск. учёной степени кандидата с.-х. наук. – Прилуки. – 2001. - С. 20.

88. Коваленко, Н.М. Оценка эффективности источников устойчивости в защите пшеницы от желтой пятнистости / Н.М. Коваленко, Л.А. Михайлова // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: материалы 2-й Всероссийской конференции. – Санкт-Петербург. - 2008. - С. 139-141.

89. Коваленков, В.Г. Фитосанитарные осложнения и пути перехода от избыточной химизации к интегрированному контролю / В.Г. Коваленков, Н.М. Тюрина, С.В. Казадаева // Материалы VI международной научно-практической конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов», Краснодар, 17-21 июня. – Краснодар. – 2013. – С. 22-25.

90. Койшибаев, М., Болезни пшеницы /М. Койшибаев. - Анкара. – 2018. – 394 с.

91. Кошкин, Е.И. Физиологические эффекты фунгицидов и гербицидов /Е.И. Кошкин // В кн. Патифизиология сельскохозяйственных культур: учеб. пособие. – Москва: Проспект. – 2016. - С. 87-106.

92. Кузнецова, Т.Т. Листостеблевые инфекции яровой пшеницы в Западной Сибири / Т.Т. Кузнецова, Б.И. Тепляков, Е.В. Дымина // Тезисы докладов Всесоюзного совещания в Новосибирске (20-23 марта 1990 г) / ВАСХНИЛ. Сибирское отделение Сиб НИИЗХим. «Экологические (эпифитотиологические) основы защиты растений от болезней». – Новосибирск. – 1990. – С. 33.

93. Куковский, С.А. Совершенствование технологии возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях саратовского левобережья / С.А. Куковский // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук – Саратов. – 2016. – С. 4.

94. Кунгурцева, О.В. Эффективность современных фунгицидов в борьбе с септориозом пшеницы яровой в России / О.В. Кунгурцева, Т.И. Ишкова // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 45-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений», Минск-Прилуки, 17-19 мая. – Минск. – 2016. – С. 260-263.

95. Кучерова Н.Г. Эффективность препаратов на основе действующего вещества пропиконазола в защите яровой пшеницы от комплекса листовых заболеваний / Н.Г. Кучерова // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. Материалы 3-го Всероссийского съезда по защите растений 16-20 декабря 2013. Т. 2. - Санкт-Петербург. - 2013. - С. 202-206.

96. Кучерова, Н.Г. Амистар Трио – новый эффективный фунгицид для защиты яровой пшеницы от комплекса болезней вегетирующих растений // Н.Г Кучерова / Вестник защиты растений. - 2015. - №4(86). – С. 45-48.

97. Кучерова, Н.Г. Влияние современных фунгицидов на содержание пигментов в листовом аппарате яровой пшеницы / Н.Г. Кучерова // Инновационные экологически безопасные технологии защиты растений. Материалы международной научной конференции. - Алматы. – 2015. - С. 380-386.

98. Кучерова, Н.Г. Эффективность нанofунгицидов для защиты яровой пшеницы от комплекса листовых болезней / Н.Г. Кучерова // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 45-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений», Минск-Прилуки, 17-19 мая. – Минск. – 2016. – С. 263-266.

99. Кучерова Н.Г. Эффективность фунгицидов на основе триазоловых веществ 3-го поколения для защиты от комплекса болезней

вегетирующих растений яровой пшеницы в Ленинградской области в 2013 г. / Н.Г. Кучерова, С.Л. Тютюрев // Вестник студенческого научного общества. I часть. - Санкт-Петербург. - 2014. - С. 43-45.

100. Ладонин, В.Ф. Остатки пестицидов в объектах агрофитоценозов и их влияние на культурные растения / В.Ф. Ладонин, М. И. Лунев. - Москва - ВНИИТЭИСХ. - 1985. - 60 с.

101. Ладыгин, В.Г. Современные представления о функциональной роли каротиноидов в хлоропластах эукариот / В.Г. Ладыгин, Г.Н. Ширшикова // Молекулярная биология, цитология, ботаника. - Т. 67. - 2006. - № 3. - С. 163-189.

102. Лаптиев, А.Б. Региональная система интегрированной защиты пшеницы яровой от вредных организмов на Северо-Западе РФ / А.Б. Лаптиев, А.М. Шпанев, Н.Р. Гончаров и др. – Санкт-Петербург. - 2013. - 23 с.

103. Левитин, М.М. Защита зерновых от болезней – научную стратегию / М.М. Левитин // Защита и карантин растений. – 1997. - № 12. – С. 10-11.

104. Лобков, В.Т. Способ определения хлорофилла в растениях гречихи, Патент на изобретение № 2244916 / В.Т. Лобков, Г.В. Наполова // Орловский государственный аграрный университет, дата публикации - 20.01.2005, дата начала действия патента - 02.07.2003.

105. Логунова, И.В. Экологические аспекты применения фунгицидов в посевах ячменя в условиях Центрального региона РФ /И.В. Логунова. - Москва. – 2004. – 156 с.

106. Лосев, А.П. Агрометеорология / А.П. Лосев, Л.Л. Журина. - Москва: Колос. - 2001. - 297 с.

107. Лукпанов, Ж.Л. Изменение основных физиологических и биохимических показателей пшеницы под влиянием пестицидов / Ж.Л. Лукпанов // Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков. Труды Казахского научно-исследовательского института защиты растений. - Алма-Ата. – 1973. - Т. XII. – С. 202-207.

108. Лысенко, Н.Н. Влияние удобрений и фунгицидов на фитосанитарное, физиологическое состояние и продуктивность зерновых культур / Н.Н. Лысенко, Т.Ф. Макеева, Е.Г. Прудникова, Н.Л. Прудникова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2012. - № 4 (37). - С. 14-20.

109. Лысенко, Н.Н. Влияние фунгицида пропиконазол на растения яровых зерновых культур в условиях засухи и патогенеза / Н.Н. Лысенко, Е.Г. Прудникова, Н.Л. Хилкова, Е.И. Чекалин // Вестник ОрёлГАУ. – 2011. - № 3. – С. 58-64.

110. Макаренко, А.С. Изменение содержания аминокислот в листьях и зерне озимой пшеницы в связи с поражением её мучнистой росой / А.С. Макаренко // Труды Кубанского СХИ «Защита сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней». – Краснодар – 1976. – вып. 125(153). – С. 20-24.

111. Макаренко, А.С. Мучнистая роса озимой пшеницы и ячменя и агротехнические мероприятия по ограничению её развития в Краснодарском крае / А.С. Макаренко // Тезисы докладов Всесоюзного совещания в Новосибирске (20-23 марта 1990 г) / ВАСХНИЛ. Сибирское отделение Сиб НИИЗХим. «Экологические (эпифитотиологические) основы защиты растений от болезней». – Новосибирск. – 1990. – С.49.

112. Макаров, В.И. Эффективность применения удобрений и пестицидов в интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы на серых лесных почвах / В.И. Макаров // Удобрения и мелиоранты в интенсивном земледелии Центрально-Чернозёмной зоны. Сборник научных трудов Воронежского сельскохозяйственного института имени К.Д. Глинки. – Воронеж. – 1989. – С. 78-82.

113. Макаров, В.И. Влияние удобрений и средств химической защиты растений на фотосинтетическую деятельность и урожай озимой пшеницы / В.И. Макаров, В.В. Коломейченко // Удобрения и мелиоранты в интенсивном земледелии Центрально-Чернозёмной зоны. Сборник научных трудов

Воронежского сельскохозяйственного института имени К.Д. Глинки. – Воронеж. – 1989. – С. 59-68.

114. Маркелова, Т.С., Иванова О.В. Устойчивость образцов яровой и озимой пшеницы к желтой пятнистости листьев в условиях Нижнего Поволжья / Т.С. Маркелова, О.В. Иванова // Сельскохозяйственная биология. - 2012. - № 3. - С. 118-121.

115. Мелькумова, Е.А. Беспестицидная технология возделывания озимой пшеницы в Центрально-чернозёмных районах / Е.А. Мелькумова // Тезисы докладов Всесоюзного совещания в Новосибирске (20-23 марта 1990 г) /ВАСХНИЛ. Сибирское отделение Сиб НИИЗХим. «Экологические (эпифитотиологические) основы защиты растений от болезней». – Новосибирск. – 1990. – С. 41.

116. Мельников, Н.Н. Основные современные требования к пестицидам и направления развития их производства и применения / Н.Н. Мельников // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1984. - Т. XXIX. - № 1. - С. 3-9.

117. Методические указания по определению Тилта в растениях, почве и воде методом газожидкостной хроматографии № 3190-85, разработ. Петрова Т.М., Блинова Т.Ф., Красникова Н.Г. (ВИЗР), Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. - Москва - ВО Колос. - 1992. - Т. 1. - С. 545-547.

118. Методические указания по определению Фоликура в растениях, почве и воде методом газожидкостной хроматографии № 5350-94, разработ. Петрова Т.М., Иванова Г.И., Плахова Т.А. (ВИЗР), Скурьят А.Ф., Ешманская Б.Б., Карченя Г.К. (БелНИИЗР), Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. - Сборник № 20. - 1994 - т.2. - С. 230-235.

119. Методические указания "Определение остаточных количеств эпоксиконазола в воде, почве, зерне, соломе и зеленой массе хлебных злаков методом газожидкостной хроматографии» МУК 4.1.1412-03, разработ. Юдина

Т.В., Фёдорова Н.Е., Волкова Н.В. (Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана), Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: Сборник методических указаний. - Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. - 2005. - вып. 3. - Ч. 7. - 39 с.

120. Методические указания по определению остаточных количеств пираклостробина в зерне, соломе и зеленой массе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, МУК 4.1.1974-05, разработ. Калинин В.А., Довгилевич Е.В., Довгилевич А.В., Устименко Н.В. (МСХА им. К.А. Тимирязева), Определение остаточных количеств химических веществ в объектах окружающей среды, атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и сельскохозяйственной продукции. - Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. - 2007. - С. 122-134.

121. Методические указания по определению остаточных количеств тебуконазола в семенах, масле и зелёной массе рапса методом газожидкостной хроматографии, МУК 4.1.2067-06, разработ. Цибульская И.А. Блинова Т.Ф., Копытова Ф.И. (ВИЗР), Определение остаточных количеств пестицидов в пищевой продукции, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды. – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. - 2009. - С. 45-51.

122. Методические указания "Определение остаточных количеств дифеноконазола в воде, зерне и соломе зерновых колосовых злаков методом газожидкостной хроматографии", МУК 4.1.1946-05, разработ. Бондарев В.С., Горбатов В.С., Колупаева В.Н., Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды. - Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. - 2009. - С. 57-61.

123. Методические указания по определению остаточных количеств пропиконазола в ягодах винограда и виноградном соке, зелёной массе,

семенах и масле рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, МУК 4.1.2592-10, разработ. Долженко В.И., Цибульская И.А., Журкович И.К., Луговкина Н.В., Ковров Н.Г. (ВИЗР) (2010).

124. Методические указания МУК 4.1.2592-10 по определению остаточных количеств пропиконазола в ягодах винограда и виноградном соке, зелёной массе, семенах и масле рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, разработ. Долженко В.И., Цибульская И.А., Журкович И.К., Луговкина Н.В., Ковров Н.Г., ВИЗР, утверждены 26.03.2010.

125. Методические указания «Определение остаточных количеств крезоксим-метила в зеленой массе, зерне и соломе зерновых культур, ботве и корнеплодах свеклы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», МУК 4.1.3055—13, разработ. Долженко В.И., Цибульская И.А., Черменская Т.Д., Комарова А.С. (ВИЗР) - Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. - 2013. - 14 с.

126. Методические указания «Определение остаточных количеств флуксапироксада в воде, почве, зеленой массе, зерне и соломе зерновых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», МУК 4.1. 3021-12, разработ. Долженко В.И., Цибульской И.А., Журкович И.К., Комаровой А.С. (ВИЗР), Сборник методических указаний по методам контроля, - Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора - 2013. - 28 с.

127. Методические указания по проведению полевых опытов с удобрениями географической сети на XII пятилетку (1986-1990 гг.) (программы, схемы опытов, форма отчётности). – Москва. - 1985. - 154 с.

128. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под. ред. В.И. Долженко. - Санкт-Петербург - ВИЗР, Минсельхоз России. - 2009. - С. 10-77.

129. Мильков, Ф.Н., Физическая география СССР. Общий обзор. Европейская часть СССР, Кавказ /Ф.Н. Мильков, Н.А. Гвоздецкий. - 5-е изд. – Москва: Высшая Школа. – 1986. – 376 с.

130. Михайлова, Л.А. Жёлтая пятнистость листьев пшеницы – *Pyrenophora tritici-repentis* / Л.А. Михайлова, Т.И. Пригоровская // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34. – Вып. 1. – С. 7 – 16.

131. Михайлова, Л.А. Анализ структуры популяций *Pyrenophora tritici-repentis* по признаку вирулентности в 2005-2007 гг. / Л.А. Михайлова, И.Г. Тернюк, Н.В. Мироненко // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: материалы 2-й Всероссийской конференции – Санкт-Петербург. - 2008. - С. 73-76.

132. Назарова, Л.Н. Прогрессирующие болезни зерновых культур / Л.Н. Назарова, Е.А. Соколова // АгроXXI. – 2000. - № 4. – С. 2-3.

133. Назарова, Н.П. О воздействии пестицидов на жизнедеятельность медоносных пчёл / Н.П. Назарова // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. - 2009. - № 4. - С. 134-137.

134. Немченко, В.В. Фунгициды на яровой пшенице в условиях Зауралья / В.В. Немченко, А.Ю. Кекало, Н.Ю. Загарян // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. - № 3 (31). - С. 33-36.

135. Новожилов, К.В. Защита растений - фитосанитарная оптимизация растениеводства / К.В. Новожилов // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сборник трудов Всероссийского съезда по защите растений (Санкт-Петербург, декабрь 1995 г.). – Санкт-Петербург. - 1997. - С. 35-45.

136. Новожилов, К.В., Деградация пестицидов при их применении в интенсивном земледелии / К.В. Новожилов, Т.М. Петрова // Агрохимия. - № 3. – 1991. - С. 100-106.

137. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2011 году и прогноз развития вредных объектов в 2012 году. - Москва. – 2012. - С. 103-140.

138. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2012 году и прогноз развития вредных объектов в 2013 году. - Москва. – 2013. - С. 151-203.

139. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2013 году и прогноз развития вредных объектов в 2014 году. - Москва. – 2014. - С. 92-144.

140. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2014 году и прогноз развития вредных объектов в 2015 году. - Москва. – 2015. - С. 111-170.

141. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году. - Москва. – 2016. - С. 169-258.

142. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2016 году и прогноз развития вредных объектов в 2017 году. - Москва. – 2017. - С. 129-196.

143. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2017 году и прогноз развития вредных объектов в 2018 году. - Москва. – 2018. - С. 134-210.

144. Определение остаточных количеств цифлufenамида в винограде и виноградном соке методом капиллярной газожидкостной хроматографии / разраб. В.Н. Ракитский, Т.В. Юдина, М.В. Ларькина, С.К. Рогачева // МУК 4.1.3243-14. - Москва. - 2015.

145. Официальная статистика Росстата по сельскому хозяйству, охоте и лесному хозяйству, 2018 [Электронный ресурс] – URL:

http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy/#, [дата обращения 06.08.2018].

146. Павлова, В.В. Тебуконазолсодержащие препараты против патогенов зерновых культур / В.В. Павлова, В.А. Кожуховская, Л.Л. Дорофеева // Защита и карантин растений. - 2002. - № 5. - С. 26-27.

147. Пасько, Т.И. Эффективность фунгицидов на озимой пшенице / Т.И. Пасько // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. - № 3. – С. 144-146.

148. Пасько, Т.И. Эффективность фунгицидов на озимой пшенице / Т.И. Пасько // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2018. - № 3. - С. 147-149.

149. Петрова Н.Г. Использование стробилуринов для защиты яровой пшеницы / Н.Г. Петрова // Материалы международной научно-практической конференции "Современные технологии и средства защиты растений - платформа для инновационного освоения в АПК России" 8-12 октября 2018 - Санкт-Петербург - Пушкин. - 2018. - с. 121-123.

150. Петрова, Н.Г. Эвито Т, КС – новый препарат для защиты пшеницы яровой от болезней в период вегетации / Н.Г. Петрова, Л.Д. Гришечкина, С.Д. Здрожевская // Агрехимический вестник. – 2021. - № 3. – С. 71-77.

151. Петрова Н.Г. Наногрициды против комплекса листовых болезней яровой пшеницы / Н.Г. Петрова, Е.И. Гульятеева, О.В. Кунгурцева // Защита и карантин растений. - 2018. - №8, с. 19-21.

152. Петрова Н.Г. Эффективность препаратов на основе тебуконазола для защиты яровой пшеницы от листовых болезней в условиях Ленинградской области / Н.Г. Петрова, В.И. Долженко // Современная микология в России. Материалы 4-го съезда микологов России, Москва, Национальная академия микологии. - 2017. - Т. 7. - с. 232-235.

153. Петрова Н.Г. Агрехимические факторы, влияющие на деградацию пропиконазола и тебуконазола в растениях пшеницы яровой /

Н.Г. Петрова, В.И. Долженко // Международная научно-практическая конференция "Селекция, семеноводство и технология возделывания сельскохозяйственных культур. Доклады конференции, посвящённой 90-летию со дня основания Научно-исследовательского института сельского хозяйства 10 апреля 2020 г. - Тирасполь. - 2020. - с. 321-323.

154. Петрова, Н.Г., Фитопатогенный комплекс яровой пшеницы в Ленинградской области / Н.Г. Петрова, В.И. Долженко // Современная микология в России. Материалы 4-го Микологического форума, Москва, Национальная академия микологии. - 2020. - Т. 8. – Вып. 4. – с. 288-290.

155. Петрова, Н.Г. Экотоксикологическая оценка фунгицидов для защиты пшеницы яровой в период вегетации / Н.Г. Петрова, Т.В. Долженко // Известия Санкт-Петербургского государственного университета. – 2021. - № 2(63). – С. 76-84.

156. Петрова, Н.Г. Эффективность фунгицидов на основе триазолов на пшенице яровой при разных фонах минерального питания / Н.Г. Петрова, Т.В. Долженко // Плодородие. – 2021. - № 4. С.14-17.

157. Петрова Н.Г., Нарыкова Н.М. Использование информационных ресурсов ФАО ООН в исследованиях по защите растений / Н.Г. Петрова, Н.М. Нарыкова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2017. - №4(49) - с. 51-55.

158. Петрова, Т.М. Деградация пестицидов в сельскохозяйственных культурах как результат воздействия системы факторов / Т.М. Петрова // Деградация пестицидов в условиях интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур: Тезисы докладов Симпозиума «Деградация пестицидов в условиях интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур. - Рига, ВАСХНИЛ, ВИЗР. - 1987. – С. 4-7.

159. Петрова, Т.М. Деградация пестицидов / Т.М. Петрова // Защита растений. - 1988. - № 11. - С. 21-22.

160. Петрова, Т.М. Деградация пестицидов при комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов / Т.М. Петрова //

Деградация пестицидов при комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов. - Ленинград – ВИЗР. - 1990. - С. 13-14.

161. Попов, О.Ю. Интегрированная защита зерновых культур / Ю.В. Попов, Е.И. Хрюкина, В.Ф. Рукин // Материалы VI международной научно-практической конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов», Краснодар, 17-21 июня. – Краснодар. – 2013. – С. 26-29.

162. Попова, Э.В. Изменение гормонального обмена и содержания фотосинтезирующих пигментов в растениях пшеницы при заражении возбудителем бурой ржавчины / Э.В. Попова, Халезова Л.А., Р.И. Щекочихина // Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. - 1985. - № 61. - С. 61-66.

163. Правила отбора проб сельскохозяйственной продукции для определения микроколичеств пестицидов при проведении регистрационных испытаний пестицидов в Российской Федерации, 2002.

164. Приказ Роспотребнадзора от 12.10.07. "Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование РФ. Оценка безопасности наноматериалов: Методические рекомендации". - Москва: "Федеральный центр гигиены и эпидемиологии" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2007.

165. Пшеница яровая сорта Дарья [Электронный ресурс]: URL: <http://www.istokagro.ru/index.php/pshenitsa/82-pshenitsa-yarovaya-darya> [дата обращения 19.08.2019].

166. Реуцкая, Л.Н. Влияние ржавчинной инфекции на содержание пигментов в листьях растения-хозяина / Л.Н. Реуцкая // Весці АН БССР. - 1967. - С. 118-119.

167. Рудаков, О.Л. Пиренофороз озимой пшеницы / О.Л. Рудаков // Защита растений. – 1985. - № 10. – С. 28-29.

168. Санин, С.С. Основы адаптивно-интегрированной системы защиты зерновых культур при интенсивном зернопроизводстве / С.С. Санин//

Сборник материалов научной сессии Россельхозакадемии (13-15 июня 2006 г., п. Рассвет Ростовской области) «Проблемы интенсификации и экологизации земледелия в России». – Москва. – 2006. – С. 384-399.

169. Санин, С.С. Защита пшеницы от бурой ржавчины / С.С. Санин // Приложение к журналу "Защита и карантин растений". - 2007. - № 11. - С. 58-65.

170. Санин, С.С. Фитосанитарная обстановка и структуры патогенных комплексов озимой и яровой пшеницы в разных районах Российской Федерации (1991-2008 гг.) / С.С. Санин // Защита и карантин растений. - 2010. - № 2. - С. 69-88.

171. Санин, С.С. Фитосанитарная экспертиза зернового поля и принятие решений по опрыскиванию пшеницы фунгицидами. Теория и практические рекомендации / С.С. Санин // Приложение к журналу "Защита и карантин растений". - 2016. - № 5. - С. 2-34.

172. Санин, С.С. Адаптивная защита растений - важнейшее звено современного растениеводства / С.С. Санин // Защита и карантин растений. - 2019 - № 2. - С. 3-10.

173. Санин, С.С. Защита пшеницы от мучнистой росы / С.С. Санин, Н.П. Неклеса, Ю.А. Стрижекозин // Приложение к журналу "Защита и карантин растений". - 2008. - № 1. - С. 62-71.

174. Санин, С.С. Защита пшеницы от септориоза / С.С. Санин, А.А. Санина, А.А. Мотовилин, Е.В. Пахолкова, Л.Г. Корнева, Т.П. Жохова, Т.М. Полякова // Приложение к журналу "Защита и карантин растений". - 2012. - № 4 - С. 62-82.

175. Санин, С.С. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур (болезни растений) / С.С. Санин, В.И. Черкашин, Л.Н. Назарова. - Москва - ФГНУ Росинформагротех. - 2002. - 140 с.

176. Сафьянов, С.П. Внекорневая подкормка пшеницы и развитие бурой ржавчины / С.П. Сафьянов, В.П. Сафьянова // Защита растений. – 1975. - № 5. – С. 22.

177. Систематическое положение возбудителей болезней растений [Электронный ресурс]: URL: <http://data.danetsoft.com/indexfungorum.org>, [дата обращения 12.12.2021].

178. Скурьят, А.Ф. Особенности поведения пестицидов в посевах зерновых культур / А.Ф. Скурьят, М.М. Кивачицкая, А.В. Атрашкова, М.М. Грушенко, С.В. Маслякова // Защита растений. – Минск. - вып. 28. – 2004. - С. 254-268.

179. Скурьят, А.Ф. Остаточные количества пестицидов при интенсивной защите зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков /А.Ф. Скурьят, И.А. Ковалюнайте, Т.В. Ипатова // Защита сельскохозяйственных растений при интенсивной технологии возделывания. – Минск. – 1989. - С. 197-211.

180. Соколова, Е.А. Особенности применения Альто Супер, КЭ на зерновых культурах / Е.А. Соколова // Защита и карантин растений. - 2002. - №5. - С. 29-30.

181. Сорока, В.Н. Защита посево яровой пшеницы от болезней /В.Н. Сорока // Защита и карантин растений. - 2009. - №. 7. - С. 24-25.

182. Сорты зерновых культур селекции ФГБНУ Ленинградский НИИСХ "Белогорка" [Электронный ресурс]: URL: http://lniish.ru/sorts_grain.html [дата обращения 19.08.2019].

183. Список пестицидов с опиисанием PPDB: Pesticide Properties DataBase (по действующим веществам) [Электронный ресурс]: URL: <https://sitem.herts.ac.uk/>, [дата обращения 07.08.2019].

184. Список пестицидов с описанием RuPest (по действующим веществам) [Электронный ресурс]: URL: <http://rupest.ru/> [дата обращения 07.08.2019].

185. Спыну, Е.И. Современные принципы гигиенической оценки интенсивных технологий химической защиты растений / Е.И. Спыну, Р.Е. Сова // Деградация пестицидов в условиях интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур: Тезисы докладов Симпозиума

«Деградация пестицидов в условиях интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур. – Рига, ВАСХНИЛ, ВИЗР. – 1987. – С. 9-10.

186. Стамо, П.Д. Как добиться высокого качества зерна / П.Д. Стамо, А.И. Войсковой, Е.В. Ченикалова, Т.И. Скребцова // Защита и карантин растений. - 2009. - № 6. - С. 16-18.

187. Стрижекозин, Ю.А. Оценка рисков развития болезней зерновых культур для принятия решений по химической защите / Ю.А. Стрижекозин, Л.Н. Назарова, С.С. Санин // Химический метод защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции 6-10 декабря 2004 г. - 2004. - С. 300-302.

188. Сухорученко, Г.И. Резистентность вредных организмов к пестицидам - проблема защиты растений второй половины XX столетия в странах СНГ / Г.И. Сухорученко // Вестник защиты растений. - 2001. - № 1. - С. 18-37.

189. Танский, В.И. Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков в Нечерноземной зоне России / В.И. Танский, В.И. Долженко, Н.Р. Гончаров, Т.И. Ишкова. Санкт-Петербург. - 2004. - 48 с.

190. Танский, В.И. Защита яровой пшеницы от вредителей, болезней и сорных растений / В.И. Танский, В.И. Долженко, Н.Р. Гончаров, Т.И. Ишкова, Справочно-методическое руководство. – Санкт-Петербург. - 2006. - С. 41-54.

191. Тетеревникова-Бабаян, Д.Н. Обзор возбудителей септориозов пшеницы в Советском Союзе / Д.Н. Тетеревникова-Бабаян, М.В. Бохян // Биологический журнал Армении. – 1967. - № 10. – С. 22-32.

192. Трифонов, С.В. Определение содержания основных пигментов фотосинтетического аппарата в листьях высших растений. Методические указания к лабораторной работе. Специальный физический практикум для магистрантов / С.В. Трифонов. - Красноярск. - ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет". - 2011. - 15 с.

193. Туренко, В.П. Эффективность современных фунгицидов в ограничении развития септориоза и мучнистой росы яровой пшеницы / В.П. Туренко, В.В. Горяинова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 3. - С. 39-41.

194. Тютюрев, С.Л. Проблемы устойчивости патогенов к новым фунгицидам / С.Л. Тютюрев // Вестник защиты растений. - 2001. - № 1. - С. 38-53.

195. Тютюрев, С.Л. Обработка семян фунгицидами и другими средствами оптимизации жизни растений / С.Л. Тютюрев. – Санкт-Петербург. - 2006. - 248 с.

196. Тютюрев, С.Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы / С.Л. Тютюрев. – Санкт-Петербург: ИПК "Нива". - 2010. - 172 с.

197. Тютюрев, С.Л. Влияние бурой ржавчины на содержание нуклеиновых кислот и активность рибонуклеазы в устойчивых и восприимчивых растениях пшеницы / С.Л. Тютюрев, Л.А. Халезова // Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. - 1985. - № 61. - С. 67-71.

198. Фадеев, Ю.Н. Оценка санитарной и экологической безопасности пестицидов // Ю.Н. Фадеев / Защита растений. - 1988. - №7. С. - 20-21.

199. Хасанов, Б.А. Жёлтая пятнистость листьев злаков, вызываемая *Pyrenophora tritici-repentis* (Died). Drechs. /Б.А. Хасанов // Микология и фитопатология - 1988. - Т. 22(1). - С. 78-83.

200. Хохряков, М.К. Определитель болезней растений / М.К. Хохряков. - Москва: Лань – 2003. - 592 с.

201. Цимбалист, Н.И. Динамика разрушения Тилта в растениях озимой пшеницы при возделывании по интенсивной технологии / Н.И. Цимбалист, Ф.И. Копытова // Дegrаdация пестицидов при комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредных организмов. - Ленинград – ВИЗР. - 1990. - С. 55.

202. Чигирёв, С.М. Основные факторы, вызывающие развитие септориоза / С.М. Чигирёв, М.Н. Васецкая // Защита растений. – 1991. - № 8. – С. 40.
203. Чулкина, В.А. Влияние агротехнических приёмов на развитие бурой ржавчины яровой пшеницы / В.А. Чулкина, А.Э. Ярг // Научно-технический бюллетень Сибирского научно-исследовательского института химизации сельского хозяйства «Защита растений от вредителей и болезней в Западной Сибири». – 1976. – вып. 14. – С. 14-21.
204. Чумаков, А.Е. Внимание болезням пшеницы / А.Е. Чумаков // Защита растений. – 1983. - № 2. – С. 24-25.
205. Шаманин, В.П. Общая селекция и сортоведение полевых культур / В.П. Шаманин, А.Ю. Трущенко. - Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ. - 2006. – 400 с.
206. Шестиперова, З.И. Мучнистая роса и пятнистости яровых зерновых культур / З.И. Шестиперова, Н.Л. Полозова. Ленинград: Колос. - 1973. - 56 с.
207. Шламмер, Г. Натуральное пчеловодство, натуральный мед: критический подход к пчеловодству и меду / Герхард Шламмер; пер. с нем. М. Беляева. – Москва: АСТ: Астрель. - 2005.- 127 с.
208. Шпанёв, А.М. Комплексная вредоносность вредных организмов на яровой пшенице в Ленинградской области / А.М. Шпанёв // Вестник защиты растений. - 2015. - № 3. - С. 41-45.
209. Шпанёв, А.М. Защита яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземья / А.М. Шпанев, А.Б. Лаптиев, Н.Р. Гончаров, В.В. Воропаев // Защита и карантин растений. – 2015. - № 6. – С. 14-17.
210. Юрин, В.М. Пестициды и растение: влияние на ион-транспортные системы плазматической мембраны: монография / В.М. Юрин, А.И. Соколик, А.П. Кудряшов и др. - Минск. - Изд. Центр БГУ. – 2011. – С. 23-30.

211. Юрина, Т.П. Изменения фотосинтеза и флуоресценции листьев пшеницы при поражении мучнистой росой / Т.П. Юрина, Е.В. Юрина, В.А. Караваев, М.К. Солнцев // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология – 1999. - № 3. – С. 34-37.

212. Agudelo, C.A.B. Effects of fungicides on physiological parameters and yield formation of wheat assessed by non-invasive sensors, Inaugural /C.A.B. Agudelo // Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor der Agrarwissenschaften der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, vorgelegt am 15.05.2013. – Tunja. – Kolumbien. – 2014. – P. 25-73.

213. Anonymous, 2015. USDA, Economic Research Service, Wheat Data. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.ers.usda.gov/data-products/wheat-data.aspx>. [дата обращения 24.09.2015].

214. Bankina, B. The most important wheat leaf diseases in Latvia, 1998–1999 / B. Bankina // Development of environmentally friendly plant protection in the Baltic region: proceedings of the International Conference. - Tartu. - Estonia. - 2000. - P. 9–12.

215. Bartlett, D.W. Understanding the strobilurin fungicides / D.W. Bartlett, J.M. Clough, R. A. Godfrey, J.R. Godwin, A.A. Hall, S.P. Heaney and S.J. Maund // The J. Pesticide Royal society chemistry, 2001. – P. 143-148.

216. Bathgate, J.A. Ascospores are a source of inoculum of *Phaeosphaeria nodorum*, *P. avenaria f. sp. avenaria* and *Mycosphaerella graminicola* in Western Australia / J.A. Bathgate, R Loughman // Australian Plant Pathology. – 2001- № 30 – P. 317–322.

217. Baumler, S. Evaluation of *Erysiphe graminis f.sp.tritici* field isolates for resistance to strobilurin fungicides with different SNP detection systems / S. Baumler, H. Sierotzki, U. Gisi et al. // Pest Manag. Sci. – 2003. – 59. – №3. – P. 310.

218. Berraies, S. Estimating grain yield losses caused by septoria leaf blotch on durum wheat in Tunisia / S. Berraies, M. S. Gharbi, S. Rezgui, A.

Yahyaoui // Chilean journal of agricultural research. – 2014. - № 74(4). – P. 432-437.

219. Beyer, M. Fungicide sensitivity of *Septoria tritici* field isolates is affected by an interaction between fungicidal mode of action and time / M. Beyer, F. Kiesner, J.-A. Verreet, H. Klink // Journal of Plant Pathology. – 2011. - № 93 (1, Supplement). - S1.7-S1.13.

220. Bouras, N Influence of water activity and temperature on growth and mycotoxin production by isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* from wheat / Bouras N., Kim Y.M., Strelkov S.E. // International Journal of Food Microbiology. - 2009. - № 131. - P. 251-255.

221. Brent, K.J. Fungicide resistance: the assessment of risk /K.J. Brent, K.J., D.W. Hollmon. - FRAC Monograph № 2 Global crop protection Federation, Brussels. – 1998. – 48 p.

222. Brent, K.J., Fungicide resistance: The assessment of risk / K.J. Brent, D.W. Hollomon. - FRAC monograph No. 2. – 2007.

223. Brown, J.K.M. The use of DNA polymorphisms to test hypotheses about a population of *Erysiphe graminis* f. sp. *Hordei* / J.K.M. Brown, M. O, Dell, C.G. Simpson, M.S. Wolfe // Plant Pathology. –1990. –39. –№3. – P. 391-401.

224. Burke, J. *Septoria tritici* in winter wheat – to spray or not to spray / J. Burke, B. Dunne // Irish Farmers Journal. – 2006. - № 4. - P. 4-18.

225. Chaudhry, MH, Effect of plantingtime on grain yield in wheat varieties / MH Chaudhry, J Anwar, F Hussain, FA Khan // Journal Agriculture Research. 1995. - № 33. - P. 103-108.

226. Clark, W.S. Agromomic implication of some morphological and biochemical effects of trifloxystrobin in wheat growing / W.S. Clark // Pflanzenschutz Nachrichten Bayer. – 2003. – V.56. – № 2. – P. 281-295.

227. Clifford, B. Controlled environment studies of the epidemic potential of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* on wheat in Britain / B. Clifford, R. Harris // Transactions of the British Mycological Society. - 1981. - №77(2). - P. 351-358.

228. De Wolf, E.D. Neural Networks That Distinguish Infection Periods of Wheat Tan Spot in an Outdoor Environment / E.D. De Wolf, L.J. Francl // *Phytopathology*. - 1997. - №87. - P. 83–87.

229. Dixon, J. Wheat Facts and Futures / J. Dixon, H. -J. Braun, P. Kosina, J. Crouch. - Mexico, D.F.: CIMMYT. - 2009.

230. Duveiller, E. Genetic analysis of field resistance to tan spot in spring wheat /Duveiller E., Sharma R.C., Cukadar B., Girkel van M.// *Field Crops Research* - 2007. - № 101. - P. 62-67.

231. Food and agriculture data, 2018 [Электронный ресурс]: URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>, [дата обращения 06.08.2018].

232. FRAC Code List ©*2019: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering) [Электронный ресурс]: URL: <http://www.phi-base.org/images/fracCodeList.pdf> [дата обращения 29.08.2019].

233. Fungicide resistance management in cereals, 2019 [Электронный ресурс]: URL: <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Imported%20Publication%20Docs/AHDB%20Cereals%20&%20Oilseeds/Disease/FRAG/FRAG%20Fungicide%20resistance%20management%20in%20cereals%202019.pdf> [дата обращения 08.10.2019].

234. Gaurilčikienė, I. A Multi-aspect Comparative Investigation on the Use of Strobilurin and Triazole - based Fungicides for Winter Wheat Disease Control / I. Gaurilčikienė, B. Butkutė, A. Mankevičienė. - *Fungicides*. – 2010. P. 69-94.

235. Gilley, A. Relative efficacy of paclobutrazol, propiconazole and tetraconazole as stress protectants in wheat seedlings / A. Gilley, R.A. Fletcher // *Plant Growth Regulation*. – 1997. - № 21. - P. 169–175.

236. Gooding, M.J. The effect of fungicides on the grain yield and quality of wheat. Actas del Congreso "A Todo Trigo". 18 y 19 de Mayo de 2006, Mar del Plata, Argentina. / M.J. Gooding. – 2006. – P. 45-52.

237. Gooding, M.J. Green leaf area decline of wheat flag leaves: the influence of fungicides and relationships with mean grain weight and grain yield /

M.J. Gooding, J.P.R.E. Dimmock, J. France, S.A. Jones // *Annals of Applied Biology*. – 2000. - № 136. – P. 77–84.

238. Hardwick, N.V. Factors affecting diseases of winter wheat in England and Wales, 1989–98 / N.V Hardwick, D.R. Jones, J.E. Slough // *Plant Pathology* – 2001. - № 50 - P. 453–462.

239. Henze, M. Characterizing meteorological scenarios favorable for *Septoria tritici* infections in wheat and estimation of latent periods / M.Henze, M.Beyer, H. Klink, J.-A.Verreet // *Plant Disease*. – 2007. - № 91. – P. 1445-1449.

240. Hirrel, M.C. First report of tan spot caused by *Drechslera tritici-repentis* on winter wheat in Arkansas / M.C. Hirrel, J.P. Spreadly, J.K. Mitchel, E.W. Wilson // *Plant Dis*. – 1990. – Vol. 74. - № 3 – P. 252.

241. Hosford, R.M. Tan spot of wheat and related disease workshop / R.M. Hosford // North Dakota State university - Fargo. - 1982.

242. Hosford, R. M. Interaction of wheat period and temperature on *Pyrenophora tritici-repentis* infection and development in wheat of differing resistance / R. M. Hosford; Jr. C. R. Larez, J. J. Hammond // *Phytopathology*. 1987. - № 77. - P. 1021-1027.

243. Huerta-Espino, J. Global status of wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina* / J. Huerta-Espino, R. Singh, S. Germán, B. McCallum, R. Park, W. Chen, S. Bhardwaj, H. Goyeau // *Euphytica*. - 2011. - №179 (1). - P. 143-160.

244. Iqbal, MS Effect of sowing dates and seed rate on grain yield of wheat / M.S. Iqbal, A. Yar, A. Ali, M.R. Anser, J. Iqbal // *Journal Agriculture Research*. 2001. - № 39. - P. 217-221.

245. Jonson, J.W. Effects of powdery mildew on yield and quality of isogenic lines of ‘Chancellor’ wheat / J.W. Jonson, P.S. Baenziger, W.T. Yamazaki, R.T. Smith // *Crop Science*. - 1979. - №19(3). - P. 349-352.

246. Jorgensen L.N. Control of tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) using cultivar resistance, tillage methods and fungicides / L.N. Jorgensen, L.V. Olsen // *Crop Protection*. - 2007. - vol. 26. - P. 1606–1616.

247. Keith J Brent Fungicides resistance in crop pathogens: How can it be managed? / Keith J Brent, Derek W Hollomon. - Brussels. - 2007. - 60 p.
248. Koenning, S. R. Foliar fungicides for wheat leaf disease control. – 2015. - North Carolina Agricultural Chemical Manual - Chapter X—Disease Control. – 414 p.
249. Krupinsky, J. M. Crop sequence effects on leaf spot diseases of no-till spring wheat / J. M. Krupinsky, D. L. Tanaka, S. D. Merrill, M. A. Liebig, M. T. Lares, J. D. Hanson // *Agronomy Journal*. - 2007. - № 99. – P. 912–920.
250. Larez, C.R. Infection of wheat and oats by *Pyrenophora tritici-repentis* and initial characterization of resistance / C.R. Larez, Jr R.M. Hosford, T.P. Freeman // *Phytopathology*. - 1986. - № 76. - P. 931-938.
251. Luke, H. H. Control of *Septoria nodorum* on wheat with crop rotation and seed treatment / H. H. Luke, P. L. Pfahler, R. D. Barnett // *Plant Disease*. – 1983. - № 67. – P. 949–951.
252. Luz, W.C. Effect of temperature of tan spot development in spring wheat cultivars differing in resistance / W.C. Luz, G.C. Bergstrom // *Canadian Journal Plant Pathology*. - 1986. - №8. - P. 451-454.
253. Marques, L. N. Physiological, biochemical, and nutritional parameters of wheat exposed to fungicide and foliar fertilizer / L.N. Marques; R.S. Balardin; M.T. Stefanello; D.T. Pezzini; C.A. Gulart; J.P. de Ramos; J.G. Farias // *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. – 2016. - T. 37. - № 3 - P. 1243-1254.
254. Marshall, D. Characteristics of the 1984-1985 wheat leaf rust epidemic in central Texas / D. Marshall // *Plant Disease*. - 1988. – № 72. - P. 239-241.
255. Milus, E. A. Effect of previous crop, seedborne inoculum, and fungicides on development of *Stagonospora blotch* / E. A. Milus, D. B. Chalkley // *Plant Disease*. - 1997. - № 81. – P. 1279–1283.
256. Muhammad, R. Estimation of Yield Losses due to Leaf Rust and Late Seeding on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Variety Seher-06 in District Faisalabad, Punjab, Pakistan / R Muhammad, W. Yong // *Adv Biotech & Micro*. 2017; 4(5):

555657. DOI: 10.19080/AIBM.2017.04.555657 [Электронный ресурс]: URL: <https://juniperpublishers.com/aibm/pdf/AIBM.MS.ID.555657.pdf>, [дата обращения 28.03.2019].

257. Palmer, C.-L., 2002. *Mycosphaerella graminicola*: latent infection, crop devastation and genomics / C.-L. Palmer, W. Skinner // *Molecular Plant Pathology*. – 2002. - № 3. – P. 63-70.

258. Peever, T.L. Selection for decreased sensitivity to propiconazole in experimental field populations of *Stagonospora nodorum* (syn *Septoria nodorum*). / T.L. Peever, A. Brants, G.C. Bergstrom, M.G. Milgroom // *Canadian Journal of Plant Pathology-Revue Canadienne De Phytopathologie*. – 1994. - № 16(2). – P. 109-117.

259. Piarulli L. Molecular identification of a new powdery mildew resistance gene on chromosome 2BS from *Triticum turgidum* ssp. *Dicoccum* / L. Piarulli, A. Gadaletaa, G. Manginia, M.A. Signorilea, M. Pasquinib, A. Blancoa, R. Simeone // *Plant Science*. - 2012. - №196. - P. 101– 106.

260. Pickett, J.A. New approaches to the development of semiochemicals for insect control / J.A. Pickett, L.J. Wadhams, C.M. Woodcock // *Proc. Conf. Insect Chem. Ecol.* – Tabor. - 1991. – P. 333-345.

261. PUBLIC RELEASE SUMMARY on the Evaluation of the New Active Fluxаруохад in the Product MBREX Fungicide, 2012 [Электронный ресурс]: URL: <https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/13786-prs-fluxаруохад.pdf> [дата обращения 14.08.2019].

262. Rangwala, Tasneem Harmfull effects of Fungicide Treatment on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings /Rangwala Tasneem, Bafna Angurbala, Maheshwari R.S. // *International Research Journal of Environment Sciences*. – 2013. – № 2(8). - P. 1-5.

263. Rees, R.G. The Epidemiology of Yellow Spot of Wheat in Southern Queensland / R.G. Rees, G.J. Platz // *Australian Journal of Agricultural Research*. - 1980. - №31. - P. 259–267.

264. Rees, R.G. Effectiveness of incomplete resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* in wheat / R.G. Rees, G.I. Platz // Aust. J. Agric. Res. – 1989. – P. 43-48.
265. Roelfs, A.P. Epidemiology of the cereal rusts in North America / A.P. Roelfs // Canadian Journal of Plant Pathology. - 1989. - №11(1). - P. 86-90.
266. Royle, D.J. Patterns of development of *Septoria nodorum* and in some winter wheat crops in Western Europe, 1981–1983 / D.J. Royle, M.W. Shaw, R.J. Cook // Plant Pathology. - 1986. - № 35. – P. 466–476.
267. Sah, D. N. Effects of leaf wetness duration and inoculum level on resistance of wheat genotypes to *Pyrenophora tritici-repentis* / D. N. Sah // Journal Phytopathology - 1994. - № 142. - P. 324-330.
268. Sauter, H. Strobilurins: evolution of a new class of active substances / H. Sauter, W. Steglich, T. Anke // Angew Chem. Inst. Ed. –1999. – №38. – P. 1328-1349.
269. Sebei, A. Assessment of virulence variability in *Septoria tritici* isolates and resistance of selected durum wheat cultivars / A.Sebei, M. Harrabi // Tunisian Journal of Plant Protection. – 2008. - № 3. – P. 11-18.
270. Shabber, A., Tan spot effects on yield and yield components relative to growth stage in winter wheat / A. Shabber, W.W. Bockus // Plant Disease. - 1988. - №72. - P. 599-602.
271. Summerell, B.A. Factors influencing production of pseudothecia by *Pyrenophora tritici-repentis* / B.A. Summerell, L.W. Burgess // Transactions of the British Mycological Society. - 1988. - №90. - P. 557–562.
272. The Pesticide Manual / under edition C D S Tomlin. Thirteenth Edition. - UK, BCPC, 7 Omni Business Centre, Omega Park, Alton, Hampshire, GU34 2 QD. - 2003. - 1344 p.
273. U.S. EPA - Pesticides - Fact Sheet for Fluxapyroxad, 2012 [Электронный ресурс] URL: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-138009_02-May-12.pdf [дата обращения 14.08.2019].

274. Waggoner, P. Defoliation, disease and growth / P. Waggoner, R. Berger // *Phytopathology*. - 1987. - № 77. – P. 393–398.

275. Wainshilbaum, S.J. Effect of temperature and growth stage of wheat on the development of leaf and glume blotch caused by *Septoria tritici* and *S. nodulum* / S.J. Wainshilbaum, .P.E. Lipps // *Plant Disease*. – 1991. - № 77. P. 993-998.

276. Wettstein, P. Von Chrofyll – letal und der submicroscopische Formwechsel der Plastiden / P. Wettstein // *Experimental Cell Research*. - 1957. - № 12. - 4. - P. 427 – 431.

277. Wiese, M.V. Compendium of Wheat Diseases. - St Paul, MN: American Phytopathological Society. - 1987 – 112 p.

278. Winterman, I.F. Spectrophotometric Characteristics of Chlorophyll a and b their Pheophytins in Ethanol / I.F. Wintermans, A. De Mots // *Biochimica et Biophysica Acta*. - 1965 - № 109 - P. 448–453.

279. Wright, K.H. Inoculum of *Pyrenophora tritici-repentis* in relation to epidemics of tan spot of winter wheat in Ontario / K.H. Wright, J.C. Sutton // *Canadian Journal Plant Pathology*. - 1990. - №12. - P. 149-157.

280. Yan-Jun Zhang Effects of fungicides JS399-19, azoxystrobin, tebuconazole, and carbendazim on the physiological and biochemical indices and grain yield of winter wheat / Yan-Jun Zhang, Xiao Zhang, Chang-Jun Chen, Ming-Guo Zhou, Han-Cheng Wang // *Pesticide Biochemistry and Physiology*. - 2010. - № 98. - P. 151–157.

281. Ziegler H. Trifloxystrobin - new strobilurin fungicide with an outstanding biological activity / H. Ziegler, J. Benet-Buchholz, W. Etzel, H. Gayer // *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer*. –2003. –56. –№2. –P. 213-229.

282. AZOXYSTROBIN (229), First draft prepared by Dr. Katerina Mastovska, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Wyndmoor, PA, USA, [Электронный ресурс]: URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMP R/Evaluation08/Azoxystrobin.pdf [дата обращения 24.09.2019].

283. CHLOROTHALONIL (081), The first draft was prepared by Dr William Donovan, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, [Электронный ресурс]: URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation12/Chlorothalonil.pdf [дата обращения 24.09.2019].

284. DIFENOCONAZOLE (224), The first draft was prepared by Mr. Denis J. Hamilton Department of Primary Industries and Fisheries Brisbane, Australia, [Электронный ресурс]: URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation07/Difenoconazole.pdf [дата обращения 24.09.2019].

285. FLUXAPYROXAD (256), First draft prepared by Dr Paul Humphrey, Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority, Canberra, Australia, [Электронный ресурс]: URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation12/Flухаруroxad.pdf [дата обращения 23.09.2019].

286. METRAFENONE (278), The first draft was prepared by Mr David Lunn, Ministry for Primary Industries, Wellington, New Zealand, [Электронный ресурс]: URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation2016/METRAFENONE.pdf [дата обращения 24.09.2019].

287. PROPICONAZOLE (160), First draft prepared by Dr Árpád Ambrus (Hungarian Food Safety Office), Ms T. van der VeldeKoerts and Dr B.C. Ossendorp (Centre for Substances and Integrated Risk Assessment, National Institute of Public Health and the Environment, The Netherlands), [Электронный ресурс]: URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation07/Propiconazole.pdf [дата обращения 24.09.2019].

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Основные метеоданные (с мая по август) за 2012-2017 гг.

Таблица 1 - Среднедекадные температуры воздуха за 2012-2017 гг, °С

	Май			Июнь			Июль			Август		
	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада
Средняя многолетняя	8,5	11,1	12,3	14,3	15,7	16,6	17,3	17,8	17,9	17,2	16,0	14,4
2012 год	10,0	15,0	13,7	13,2	16,9	15,6	20,4	17,5	20,5	17,6	16,4	14,9
2013 год	10,7	15,9	16,5	20,0	16,1	22,1	19,7	17,7	18,3	20,9	18,1	14,8
2014 год	6,8	14,4	16,5	20,1	16,1	14,6	19,2	22,9	24,9	24,7	19,9	15,0
2015 год	13,3	13,1	18,1	14,4	15,2	16,6	17,2	14,9	17,0	18,2	15,6	17,3
2016 год	13,1	11,4	14,9	12,2	15,4	18,5	16,2	17,2	19,5	16,9	14,9	15,7
2017 год	5,2	8,8	11,8	10,8	14,9	12,9	14,2	15,4	17,1	17,0	18,0	13,6

Таблица 2 - Среднедекадное количество осадков за 2012-2017 гг, мм

	Май			Июнь			Июль			Август		
	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада
Средняя многолетняя	10,3	12,2	14,7	13,8	17,0	24,5	22,1	21,2	22,7	24,2	20,4	24,8
2012 год	4,9	40,6	58,0	9,3	20,4	32,0	6,0	34,9	19,0	53,0	6,9	84,5
2013 год	3,1	28,5	13,7	6,1	20,3	6,1	32,3	29,2	21,1	9,1	34,3	21,3
2014 год	12,2	10,9	52,3	27,1	32,9	26,9	7,8	10,9	2,7	1,0	23,7	44,3
2015 год	12,7	11,7	30,5	0,3	5,1	16	28,7	29,7	19,3	9,7	10,9	15,0
2016 год	0,0	1,0	15,0	16,4	43,0	31,7	49,9	33,5	21,5	51,8	77,8	27,6
2017 год	0,0	1,3	19,4	19,4	13,6	27,8	13,3	28,9	30,0	12,7	8,9	82,0

Таблица 3- Среднедекадная относительная влажность воздуха за 2012-2017 гг, %

	Май			Июнь			Июль			Август		
	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада	1-я декада	2-я декада	3-я декада
Средняя многолетняя	67	73	71	66	68	71	72	74	76	77	79	82
2012 год	54	61	61	64	70	65	65	76	72	74	72	77
2013 год	56	74	67	60	70	65	68	65	74	72	76	71
2014 год	70	67	71	78	78	78	75	71	78	71	85	91
2015 год	70	79	84	60	61	63	68	76	76	69	67	73
2016 год	55	61	76	69	73	80	83	79	84	78	84	80
2017 год	50	54	62	73	68	74	75	80	81	80	77	86

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблицы по эффективности изученных препаратов

Таблица 1. Биологическая эффективность препарата Альто Турбо, КЭ при двукратном применении против комплекса болезней пшеницы яровой сорта Ленинградская 97 (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2012-2013 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Норма применения, (л/га)	Септориозно-пиренофорозная пятнистость								Бурая ржавчина			
			2012 г.				2013 г.				2012 г.			
			20-е сутки после обработок		26-е сутки после обработок		8-е сутки после обработок		18-е сутки после обработок		20-е сутки после обработок		26-е сутки после обработок	
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
1.	Альто Турбо, КЭ	0,3	0,1	90,0	0,2	96,0	0,5	82,8	0,6	85,4	0,7	90,5	3,6	87,5
2.		0,4	0,0	100	0,3	94,0	0,2	93,1	0,5	87,8	0,1	98,6	1,9	93,4
3.		0,5	0,0	100	0,2	96,0	0,1	96,6	0,3	92,7	0,0	100	0,2	99,3
4.	Альто Супер, КЭ (эталон)	0,5	0,0	100	0,5	90,0	0,2	93,1	0,8	80,5	0,0	100	0,8	97,2
5.	Контроль (без обработки)	-	1,0	-	5,0	-	2,9	-	4,1	-	7,4	-	28,9	-
		НСР ₀₅	0,4		1,4		1,7		0,4		0,4		2,0	

Таблица 2 - Биологическая эффективность препарата Триада, ККР против комплекса болезней пшеницы яровой сорта Ленинградская 97 (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2013 г.)

№ п/п	Вариант опыта	Норма применения, л/га (кратность)	Септориозно-пиренофорозная пятнистость			
			8-е стуки после 2-й обработки		18-е стуки после 2-й обработки	
			23-е стуки после обработки		32-е стуки после обработки	
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
1.	Триада, ККР	0,4(1)	0,2	93,1	0,5	87,8
2.		0,5(1)	0,2	93,1	0,4	90,2
3.		0,6(1)	0,2	93,1	0,3	92,7
4.		0,6(2)	0,0	100	0,2	95,1
5.	Амистар Трио, КЭ (эталон)	1,0(1)	0,1	96,6	0,3	95,1
6.		1,0(2)	0,0	100	0,5	87,8
7.	Контроль (без обработки)	-	2,9	-	4,1	-
		НСР ₀₅	1,2		0,4	

Таблица 3 – Биологическая эффективность препарата Капелла, МЭ при **однократном его применении** против комплекса болезней на пшенице яровой сорт Ленинградская 97 (Ленинградская область, ООО "Славянка-М", 2015 г.)

№ п/п	Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Септориоз				Мучнистая роса					
			18-е сутки после обработки		28-е сутки после обработки		8-е сутки после обработки		18-е сутки после обработки		28-е сутки после обработки	
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
1.	Капелла, МЭ	0,8	0,4	77,8	1,0	83,6	0,2	95,7	0,1	98,1	0,1	99,1
2.		0,9	0,4	77,8	0,4	93,4	0,1	97,8	0,0	100	0,1	99,1
3.		1,0	0,3	83,3	0,4	93,4	0,1	97,8	0,0	100	0,0	100
4.	Фалькон, КЭ (стандарт 1)	0,6	0,4	77,8	1,0	83,6	0,2	95,7	0,0	100	0,1	99,1
5.	Титул 390, ККР (стандарт 2)	0,26	0,6	66,7	1,2	80,3	0,3	93,5	0,1	98,1	0,6	94,5
6.	Триада, ККР (стандарт 3)	0,6	0,6	66,7	1,0	83,6	0,2	95,7	0,0	100	0,1	99,1
7.	Контроль (без обработки)	-	1,8	-	6,1	-	4,6	-	5,4	-	10,9	-
		НСР ₀₅	0,5		0,8		0,8		1,2		2,5	

Таблица 4 - Биологическая эффективность препарата Приаксор Макс, КЭ при его **однократном применении** против комплекса болезней на пшенице яровой сорта Дарья, (Ленинградская область, Меньковский филиал АФИ, 2016-2017 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Пиренфорозно-септориозная пятнистость						Мучнистая роса						
			13-е сутки после обработки		23-е сутки после обработки		34-е сутки после обработки		13-е сутки после обработки		23-е сутки после обработки		34-е сутки после обработки		
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	
2016 г.															
1.	Приаксор Макс, КЭ	0,5	0,9	80,0	2,7	87,7	19,7	65,8	0,1	94,7	0,0	100	0,0	100	
2.		0,75	0,7	92,2	1,9	91,3	15,4	73,3	0,1	94,7	0,0	100	0,0	100	
3.		0,9	0,6	86,7	1,7	92,2	12,3	78,6	0,0	100	0,0	100	0,0	100	
4.		1,0	0,4	91,1	1,3	94,1	9,8	83,0	0,0	100	0,0	100	0,0	100	
5.	Амистар Трио, КЭ (эталон)	1,0	0,5	88,9	3,0	86,3	20,2	64,9	0,0	100	0,0	100	0,0	100	
6.	Контроль (без обработки)	-	4,5	-	21,9	-	57,5	-	1,9	-	3,6	-	4,6	-	
		НСР ₀₅	0,5		3,4		7,3		0,2		-		-		
2017 г.															
№ п/п	Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Пиренфорозно-септориозная пятнистость						Мучнистая роса						
			9-е сутки после обработки		21-е сутки после обработки		34-е сутки после обработки		9-е сутки после обработки		21-е сутки после обработки		34-е сутки после обработки		
1.	Приаксор Макс, КЭ	0,5	1,5	59,5	0,9	86,2	4,2	83,4	0,0	100	0,0	100	0,0	100	
2.		0,75	1,1	70,3	0,9	86,2	2,3	90,9	0,0	100	0,0	100	0,0	100	
3.		0,9	0,7	81,1	0,7	89,2	1,6	93,7	0,0	100	0,0	100	0,0	100	
4.		1,0	0,7	81,1	0,5	92,3	1,0	96,0	0,0	100	0,0	100	0,0	100	
5.	Амистар Трио, КЭ (эталон)	1,0	0,8	78,4	0,7	89,2	2,1	91,7	0,0	100	0,0	100	0,0	100	
6.	Контроль (без обработки)	-	3,7	-	6,5	-	25,3	-	0,5	-	1,7	-	4,0	-	
		НСР ₀₅	1,7		1,5		3,2		-		-		-		

Таблица 5 – Биологическая эффективность препарата Эвито Т, КС против комплекса болезней на пшенице яровой сорта Дарья (Ленинградская область, Меньковский филиал АФИ, 2015 г.)

Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га (кратность)	Септориозно-пиренофорозная пятнистость						Мучнистая роса					
		14-е сутки после обработок		28-е сутки после обработок		40-е сутки после обработок		14-е сутки после обработок		28-е сутки после обработок		40-е сутки после обработок	
		Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
Эвито Т, КС	0,5(1)	0,3	86,4	1,7	91,4	6,1	75,1	0,3	93,6	0,9	94,5	0,2	94,9
	0,7(1)	0,2	90,9	1,3	93,4	5,3	78,4	0,1	97,9	0,4	97,5	0,2	94,9
	1,0(1)	0,2	90,9	1,3	93,4	4,0	84,1	0,2	95,7	0,4	97,5	0,2	94,9
	1,0(2)	0,1	95,5	0,6	97,0	2,7	89,0	0,1	97,9	0,1	99,4	0,0	100
Абакус Ультра, СЭ (эталон 1)	1,0(1)	0,3	86,3	0,6	97,0	3,0	87,8	0,2	95,7	0,3	98,2	0,0	100
	1,5(1)	0,1	95,5	0,4	98,0	0,0	100	0,1	97,9	0,0	100	0,0	100
Фоликур, КЭ (эталон 2)	1,0(2)	0,2	90,9	0,3	98,5	2,5	89,8	0,0	100	0,0	100	0,1	97,4
Контроль (без обработки)	-	2,2	-	19,8	-	24,5	-	4,7	-	16,3	-	3,9	-
НСР ₀₅		0,6		2,8		2,6		0,5		2,0		2,3	

Таблица 6 – Биологическая эффективность препарата Солигор, КЭ против комплекса болезней на пшенице яровой сорта Дарья (Ленинградская область, Меньковский филиал АФИ, 2015 г.)

№ п/п	Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Кратность обработок	Септориозно-пиренофорозная пятнистость						Мучнистая роса					
				14-е сутки после обработок		28-е сутки после обработок		40-е сутки после обработок		14-е сутки после обработок		28-е сутки после обработок		40-е сутки после обработок	
				Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
1.	Солигор, КЭ	0,4	1	0,3	86,5	1,7	91,4	4,0	83,7	0,1	97,9	0,3	98,2	0,1	97,4
2.		0,6		0,1	95,5	1,3	93,4	2,4	90,2	0,1	97,9	0,2	98,8	0,1	97,4
3.		0,8		0	100	0,7	96,5	2,2	91,0	0,0	100	0,2	98,8	0,0	100
4.		0,4+0,4	2	0	100	0,8	96,0	2,2	91,0	0,0	100	0,1	99,4	0,0	100
5.		0,4+0,6		0	100	0,7	96,5	2,2	91,0	0,0	100	0,0	100	0,0	100
6.		0,4+0,8		0	100	0,4	97,5	2,1	91,4	0,0	100	0,0	100	0,0	100
7.	Фалькон, КЭ (эталон)	0,6	1	0	100	0,6	97,0	0,0	100	0,2	95,7	0,6	96,3	0,0	100
8.		0,6+0,6	2	0	100	0,6	97,0	2,6	89,4	0,1	97,9	0,5	96,9	0,1	97,4
9.	Контроль (без обработки)	-	-	2,2	-	19,7	-	24,5	-	4,7	-	16,3	-	3,9	-
НСР ₀₅				0,5		2,6		1,8		0,4		2,1		2,5	

Таблица 7 – Биологическая эффективность препарата Ютака, СЭ при его **однократном применении** против комплекса болезней на пшенице яровой сорта Дарья (Ленинградская область, Меньковский филиал АФИ, 2016 г.)

№ п/п	Вариант опыта	Норма применения препарата, л/га	Пиренфорозно-септориозная пятнистость						Мучнистая роса					
			15-е сутки после обработки		22-е сутки после обработки		33-е сутки после обработки		15-е сутки после обработки		22-е сутки после обработки		33-е сутки после обработки	
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
1.	Ютака, СЭ	0,8	2,1	74,4	8,0	63,3	42,9	25,1	0,2	93,5	0,0	100	0,0	100
2.		1,0	2,0	75,6	6,6	69,7	33,9	40,8	0,1	96,8	0,0	100	0,0	100
3.		1,2	1,7	79,3	6,3	71,1	32,7	42,9	0,0	100	0,0	100	0,0	100
4.		1,4	1,4	82,9	5,9	72,9	31,3	45,4	0,0	100	0,0	100	0,0	100
5.	Амистар Трио, КЭ (эталон)	1,0	0,4	95,1	3,0	86,3	20,2	64,7	0,0	100	0,0	100	0,0	100
6.	Контроль (без обработки)	-	8,2	-	21,8	-	57,3	-	3,1	-	3,7	-	4,6	-
		НСР ₀₅	1,2		3,9		7,2		0,4		-		1,0	

Таблица 8 - Биологическая эффективность препарата Оптимо, КЭ при однократном применении против комплекса болезней пшеницы яровой сорта Ленинградская 97 (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2012-2013 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Норма применения, (л/га)	Септориозно-пиренофорозная пятнистость								Бурая ржавчина			
			2012 г.				2013 г.				2012 г.			
			27-е стуки после обработки		32-е стуки после обработки		23-е стуки после обработки		32-е стуки после обработки		27-е стуки после обработки		32-е стуки после обработки	
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
1.	Оптимо, КЭ	0,5	0,6	40,0	8,5	0	2,1	27,6	3,4	17,1	5,0	32,4	28,1	0
2.		1,0	0,4	60,0	9,3	0	1,2	58,6	2,0	51,2	2,3	69,0	50,0	0
3.	Амистар Экстра, СК (эталон)	1,0	0,0	100	0,1	98,0	0,0	100	0,3	92,7	0,1	100	2,0	93,1
4.	Контроль (без обработки)	-	1,0	-	5,0	-	2,9	-	4,1	-	7,4	-	28,9	-
		НСР ₀₅	0,4		0,6	-	5,0	-	2,4	-	4,1	-	4,6	-

Таблица 9 - Биологическая эффективность препарата Терапевт Про, КС **при однократном применении** против комплекса болезней пшеницы яровой сорта Ленинградская 97 (Ленинградская область, Павловская опытная станция ВИР, 2012)

№ п/п	Вариант опыта	Норма применения, (л/га)	Септориозно-пиренофорозная пятнистость				Бурая ржавчина			
			27-е стуки после обработки		32-е стуки после обработки		27-е стуки после обработки		32-е стуки после обработки	
			Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %	Развитие, %	Эффективность, %
1.	Терапевт Про, КС	0,5	0,1	90,0	0,7	86,0	1,6	78,4	8,0	72,3
2.		0,6	0,0	100	0,4	92,0	0,0	100	4,0	86,2
3.		0,7	0,0	100	0,2	96,0	0,1	99,0	3,5	87,9
4.	Амистар Трио, КЭ	1,0	0,0	100	1,5	70,0	1,6	100	11,1	61,6
5.	Контроль (без обработки)	-	1,0	-	5,0	-	7,4	-	28,9	-
НСР ₀₅			0,4		1,5		2,3		4,5	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Действие препарата Приаксор Макс, КЭ на фитопатогенный комплекс
пшеницы яровой сорта Дарья

(Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2016 г.)



Рисунок 1. При норме применения 0,5 л/га



Рисунок 2. При норме применения 0,75 л/га



Рисунок 3. При норме применения 0,9 л/га



Рисунок 4. При норме применения 1,0 л/га



Рисунок 5. Амистар Трио, КЭ (эталон) при норме применения 1,0 л/га



Рисунок 6. Контроль (без обработки)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Действие препарата Ютака, СЭ на фитопатогенный комплекс пшеницы
яровой сорта Дарья

(Ленинградская область, Гатчинский район, Меньковский филиал АФИ, 2016г.)



Рисунок 1. При норме применения 0,8 л/га



Рисунок 2. При норме применения 1,0 л/га



Рисунок 3. При норме применения 1,2 л/га



Рисунок 4. При норме применения 1,4 л/га



Рисунок 5. Амистар Трио, КЭ (эталон) при норме применения 1,0 л/га



Рисунок 6. Контроль (без обработки)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблицы по остаточным количествам действующих веществ изученных препаратов

Таблица 1 - Сводная таблица по остаточным количествам пропиконазола - действующего вещества препарата Титул 390, ККР (2013 г.)

Варианты опыта	Зелёная масса (0-е сутки после 2-й обработки)	Зелёная масса (11-е сутки после 2-й обработки)	Зелёная масса (22-е сутки после 2-й обработки)	Солома (урожай)	Зерно (урожай)
Сорт Дарья (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀)	1,51	0,30	0,33	0,30	0,03
Сорт Дарья (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ K ₃₀)	1,52	0,35	0,26	0,41	0,01
Сорт Ленинградская 6 (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀)	0,44	0,08	0,08	0,12	0,01
Сорт Ленинградская 6 (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ K ₃₀)	1,45	0,41	0,21	0,31	0,05
НСР ₀₅	0,40	0,08	0,11	0,06	0,02

Таблица 2 - Сводная таблица по остаточным количествам тебуконазола - действующего вещества препарата Фоликур, КЭ (2013 г.)

Варианты опыта	Зелёная масса (0-е сутки после 2-й обработки)	Зелёная масса (11-е сутки после 2-й обработки)	Зелёная масса (22-е сутки после 2-й обработки)	Солома (урожай)	Зерно (урожай)
Сорт Дарья (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀)	3,43	0,97	0,64	0,36	0,01
Сорт Дарья (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ K ₃₀)	2,43	0,86	0,59	0,78	0,02
Сорт Ленинградская 6 (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀)	3,29	0,76	0,76	1,00	0,02
Сорт Ленинградская 6 (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ K ₃₀)	2,40	0,63	0,24	0,24	0,01

Таблица 3 - Сводная таблица по остаточным количествам действующих веществ препарата Приаксор Макс, КЭ в растениях яровой пшеницы (2016 г.)

Анализируемый объект	Сроки отбора проб, сутки после обработки	Содержание определяемого вещества в анализируемом объекте, мг/кг					
		флуксапироксад		пираклостробин		пропиконазол	
		Ленинградская область	Волгоград	Ленинградская область	Волгоград	Ленинградская область	Волгоград
Зелёная масса	0	0,392	0,086	0,348	0,411	2,116	0,741
Зелёная масса	14	0,157	0,061	0,197	0,147	1,867	0,540
Зелёная масса	28	0,105	0,050	0,113	н/о	1,447	0,041
Зелёная масса	40	0,064	0,028	0,103	н/о	0,010	0,005
Солома	(урожай)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Зерно	(урожай)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Таблица 4 - Сводная таблица по остаточным количествам действующих веществ препарата Приаксор Макс, КЭ в растениях яровой пшеницы (2017 г.)

Анализируемый объект	Сроки отбора проб, сутки после обработки	Содержание определяемого вещества в анализируемом объекте, мг/кг					
		флуксапироксад		пираклостробин		пропиконазол	
		Ленинградская область	Волгоград	Ленинградская область	Волгоград	Ленинградская область	Волгоград
Зелёная масса	0	0,144	0,552	2,27	5,17	3,22	0,832
Зелёная масса	14	0,036	0,119	0,351	0,368	1,23	0,317
Зелёная масса	28	0,033	0,0125	0,182	0,075	0,052	0,031
Зелёная масса	40	0,0185	0,027	0,065	0,164	0,011	0,005
Солома	(урожай)	н/о	н/о	0,016	н/о	0,008	н/о
Зерно	(урожай)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Таблица 5 - Сводная таблица по остаточным количествам пираклостробина препарата Оптим, КЭ в растениях пшеницы (2012 г)

Анализируемый объект	Сроки отбора проб, сутки после обработки	Содержание определяемого вещества в анализируемом объекте, мг/кг	
		озимая пшеница	яровая пшеница
		Москва	Волгоград
Зелёная масса	0	4,080	2,352
Зелёная масса	10	0,211	0,198
Зелёная масса	20	0,099	0,047
Зелёная масса	30	0,062	0,009
Зелёная масса	40	н/о	н/о
Солома	(урожай)	0,294	0,022
Зерно	(урожай)	н/о	н/о

Таблица 6 - Сводная таблица по остаточным количествам действующих веществ препарата Терапевт Про, КС в растениях пшеницы (2012 г)

Анализируемый объект	Сроки отбора проб, сутки после обработки	Содержание определяемого вещества в анализируемом объекте, мг/кг								
		крезоксим-метил			эпоксиконазол			дифеноконазол		
		Москва	Саратов	Ростов	Москва	Саратов	Ростов	Москва	Саратов	Ростов
Зелёная масса	0	1,054	1,504	9,736	1,04	1,15	2,75	0,44	0,32	0,40
Зелёная масса	14	0,044	0,004	0,551	0,18	0,125	0,92	0,04	0,084	0,02
Зелёная масса	28	0,022	0,003	0,133	0,05	н/о	н/о	н/о	0,02	н/о
Зелёная масса	40	0,011	0,002	-	н/о	н/о	-	н/о	н/о	-
Зелёная масса	50	0,002	н/о	-	н/о	н/о	-	н/о	н/о	-
Солома	(урожай)	0,005	0,009	0,277	0,06	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Зерно	(урожай)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Примечание: Москва, Ростов – озимая пшеница; Саратов – яровая пшеница

Таблица 7 - Сводная таблица по остаточным количествам действующих веществ препарата Триада, ККР в растениях пшеницы (2012 г)

Анализируемый объект	Сроки отбора проб, сутки после обработки	Содержание определяемого вещества в анализируемом объекте, мг/кг					
		пропиконазол		тебуконазол		эпоксиконазол	
		Ленинградская область	Ростов	Ленинградская область	Ростов	Ленинградская область	Ростов
Зелёная масса	0	2,74	0,22	7,79	0,38	2,36	0,13
Зелёная масса	10	0,26	0,13	0,45	0,79	0,17	0,11
Зелёная масса	20	0,20	0,10	1,66	0,57	0,14	0,18
Зелёная масса	30	н/о	-	1,11	н/о	н/о	-
Зелёная масса	40	н/о	-	0,20	н/о	н/о	-
Солома	(урожай)	н/о	н/о	0,20	0,25	н/о	н/о
Зерно	(урожай)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Примечание: Ленинградская область – яровая пшеница; Ростов – озимая пшеница (урожай был собран на 30-е сутки после проведения обработки).