

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛГОГРАДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



**БАЙБАКОВА ЕКАТЕРИНА ВЛАДИМИРОВНА**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ  
ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ К РЕТАРДАНТНОМУ ДЕЙСТВИЮ  
ФУНГИЦИДОВ**

Специальность: 03.01.05 – Физиология и биохимия растений

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор биологических наук, профессор  
Нефедьева Елена Эдуардовна

Волгоград, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 4  |
| I Обзор научной и патентно-технической литературы.....                                | 9  |
| 1. Исследуемые действующие вещества.....  | 9  |
| 1.1 История открытия и применение фунгицидов.....                                     | 9  |
| 1.2 Анализ современного состояния исследований.....                                   | 10 |
| 1.3 Классификация фунгицидов.....   | 14 |
| 1.4 Фунгициды, применяемые в исследовании.....  | 17 |
| 1.4.1 Азоксистробин.....  | 17 |
| 1.4.2 Флудиоксонил.....   | 18 |
| 1.4.3 Протиокназол.....   | 19 |
| 1.4.4 Ципроконазол.....   | 20 |
| 1.4.5 Прохлораз.....  | 21 |
| 1.4.6 Ацетамиприд - инсектицид.....   | 21 |
| 1.5 Регуляторы роста растений.....  | 22 |
| 1.5.1 Ауксины.....  | 23 |
| 1.5.2 Цитокинины.....   | 25 |
| 1.5.3 Гиббереллины.....   | 26 |
| 1.5.4 Ретарданты.....   | 26 |
| 2. Физиология прорастания зерновок.....   | 27 |
| 2.1 Дыхание как интегральный показатель процесса прорастания.....                     | 27 |
| 2.1.1 Субстраты дыхания.....  | 27 |
| 2.1.2 Дыхание злаковых зерновок.....  | 28 |
| 2.2 Фитотоксичность фунгицидов и механизмы действия.....                              | 30 |
| 3. Характеристика пшеницы и ячменя.....   | 31 |
| 3.1 Качество зерна и его характеристика.....  | 32 |
| 3.2 Фенологические фазы роста зерновых.....   | 33 |
| 3.2.1 Пшеница – общая биологическая характеристика.....                               | 34 |
| 3.2.2 Ячмень – общая биологическая характеристика.....                                | 36 |
| II Материалы и методы исследования.....   | 37 |
| 1.1 Исследование влияния д.в. на физиологические особенности проростков зерновых..... | 37 |
| 2.1 Исследование влияния д.в. на интенсивность дыхания пшеницы.....                   | 42 |
| 3.1 Исследование влияния д.в. фунгицидов на перекисное окисление липидов.....         | 42 |
| 4.1 Исследование возможности введения фитогормонов в состав протравителя.....         | 43 |
| 5.1 Схемы полевых опытов.....   | 44 |
| 6.1 Статистическая обработка результатов.....   | 45 |
| III Результаты и обсуждения.....  | 46 |
| 1.1 Разработка препарата Кинг Комби.....  | 46 |
| 1.1.1 Влияние ципроконазола и флудиоксонила на всхожесть и рост проростков.....       | 47 |
| 1.1.2 Влияние ципроконазола и флудиоксонила на сухую массу проростков.....            | 55 |
| 1.1.3 Влияние ципроконазола и флудиоксонила на свойства хлорофилла.....               | 59 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 2.1   | Разработка препарата Квартет .....  | 61  |
| 2.1.1 | Влияние азоксистробина, протиоконазола, прохлораза на всхожесть и рост проростков .....                     | 62  |
| 2.1.2 | Влияние азоксистробина, протиоконазола, прохлораза на сухую массу проростков..                              | 96  |
| 2.1.3 | Влияние азоксистробина, протиоконазола, прохлораза на свойства хлорофилла у растений пшеницы и ячменя ..... | 111 |
| 3.1   | Исследование интенсивности дыхания проростков пшеницы .....   | 116 |
| 4.1   | Исследование влияния вспомогательных веществ .....  | 119 |
| 5.1   | Исследование влияния д.в. фунгицидов на перекисное окисление липидов в зерновках                            | 121 |
| 6.1   | Исследование возможности введения фитогормонов в состав протравителя .....                                  | 121 |
| 7.1   | Полевые испытания препаратов Кинг Комби и Квартет.....  | 126 |
| IV    | Экономическое обоснование эффективности использования изучаемых препаратов .....                            | 131 |
|       | Заключение .....  | 137 |
|       | Рекомендации по использованию результатов исследований.....   | 138 |
|       | Список литературы .....   | 139 |
|       | Приложение А .....  | 147 |
|       | Приложение Б .....  | 150 |
|       | Приложение В.....   | 151 |
|       | Приложение Г .....  | 152 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** Физиология растений является теоретической основой растениеводства. Прогрессивные технологические приемы призваны обеспечивать высокую урожайность и устойчивость растений. Повышение продуктивности растений осуществляют путем выведения новых сортов и гибридов, совершенствования агротехнологий, обеспечения защиты растений от вредителей и болезней, а также применения стимуляторов роста.

Разработка новых средств защиты растений необходима для увеличения урожайности и устойчивости растений и в связи с развитием резистентности у фитопатогенных штаммов грибов. Химические средства защиты оказывают неблагоприятное воздействие не только на фитопатогенные грибы, но и на сами растения. В связи с этим необходимо провести исследование влияния действующих веществ (далее д.в.) протравителей на биохимические процессы, рост и развитие проростков, что позволит дать оценку их эффективности и фитотоксичности. Для успешной разработки протравителя важен не только подбор композиции с наименьшим содержанием д.в. и фитотоксическим действием, но и коррекция нежелательных физиологических явлений с помощью регуляторов роста.

**Степень разработанности темы исследований.** Д.в. фунгицидов могут проявлять токсичность по отношению к защищаемым растениям [120]: способствовать торможению роста, нарушению развития репродуктивных органов, изменению обмена азота, углерода и ограничению фотосинтетической активности [120, 123]. Триазолы нарушали синтез гиббереллинов, стеридов, снижали транспирацию [125], повреждали фотосинтетический аппарат [120, 123]. Фенилпирролы и стробилурины снижали чистую ассимиляцию  $\text{CO}_2$ , скорость транспирации, устьичную проводимость и межклеточную концентрацию  $\text{CO}_2$  [116, 123]. Фунгициды ингибировали электрон-транспортные реакции хлоропластов [100, 116, 129]. Стробилурины способствовали сохранению зеленых листьев, замедлению старения и повышению засухоустойчивости [45]. Бензимидазольные препараты способствовали,

напротив, уменьшению биомассы растений [117], снижению содержания хлорофиллов и каротиноидов [105]. Отдельные д.в. способны подавлять дыхание [116, 118, 119]. Описана стимуляция антиоксидантных ферментов триазолами [120, 126]. Однако негативное влияние фунгицидов было недостаточно полно проанализировано [120, 123].

**Цель исследования.** Выявление закономерностей физиологических реакций проростков на фитотоксическое действие фунгицидных протравителей, возможностей уменьшения ретардантного эффекта и создание на этой базе научно обоснованных рекомендаций для разработки современных фунгицидных протравителей со сниженным ретардантным действием.

В соответствии с этой целью были поставлены следующие задачи:

1. Установить влияние д.в. фунгицидов и вспомогательных компонентов на всхожесть, рост проростков и корневой системы, массу зерновок, корней и побегов зерновых.

2. Определить влияние д.в. на свойства хлорофилла в проростках.

3. Оценить влияние д.в. на интенсивность дыхания проростков в процессе прорастания из обработанных зерновок.

4. Установить влияние регуляторов роста на накопление вегетативной массы и урожай растений пшеницы.

5. Подобрать наиболее эффективные дозы регуляторов роста, способствующих снижению фитотоксического эффекта.

**Научная новизна.** В работе впервые проведена комплексная оценка фитотоксического действия представителей триазолов, фенилпирролов, стробилуринов, имидазолов по отдельности и в смеси на пшеницу и ячмень в различных фазах онтогенеза. Установлено, что пшеница являлась менее устойчивой к фитотоксичному действию д.в. по сравнению с ячменем. Показано, что отдельные дозы д.в. приводили к торможению роста побегов и корней. Исследуемые д.в. не способствовали снижению содержания хлорофилла и его флуоресценции. В исследуемых дозах д.в. демонстрировали высокую эффективность против фитопатогенных грибов. Приме-

нение протравителей Кинг Комби и Квартет позволило получить стабильную динамику дыхания проростков, что свидетельствовало о снижении повреждений и стресса у растений.

**Практическая значимость работы.** На основе полученных данных совместно с компанией ООО «Агро Эксперт Групп» разработаны и запущены в производство и продажу два комбинированных инсектофунгицидных протравителя для защиты от широкого спектра вредителей и болезней – Кинг Комби и Квартет. Эти протравители в рекомендованных дозировках обладает высокой селективностью и не оказывает отрицательного действия на всхожесть зерновок при применении в рекомендованных дозах. Кроме того, из-за снижения доз действующих веществ препараты могут в меньшей степени оказывать негативное воздействие на окружающую среду. В 2019 году объем производства составил для препарата Кинг Комби 50 т, для препарата Квартет – 25 тонн.

**Методология и методы исследования.** Работа базируется на системном подходе и современных физиолого-биохимических и физико-химических методах. Исследования проведены на кафедре «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВолгГТУ; на факультете биологии Варшавского университета, входящего в топ-500 мировых университетов и в ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук». Подробно методология и методы исследования изложены в разделе диссертации «Экспериментальная часть».

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

1. Ципроконазол, флудиоксонил, азоксистробин, протиоконазол и прохлораз оказывают токсическое влияние на прорастание, распределение питательных веществ, дыхание и гетеротрофный рост проростков пшеницы и ячменя.

2. Под действием соотношений ципроконазол : флудиоксонил 4:1, 4:2 и азоксистробин : протиоконазол : прохлораз 1:1:1, 1:1:4, 1:2:1, 1:2:2 удалось свести к минимуму ретардантное действие фунгицидов, сохранив эффективность против фитопатогенных грибов.

3. Применение регуляторов роста способствовало повышению устойчивости

проростков к фунгицидам, обеспечивало более высокую всхожесть и нормальное формирование проростка.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов подтверждается проведенным статистическим анализом. Материалы работы докладывались на российских и международных конференциях: II International Scientific Conference «Plants and Microbes: The Future of Biotechnology (PLAMIC2020)», 2020 (Саратов); International Conference on Efficient Production and Processing (ICEPP-2020), 2020 (Чешская Республика, Прага); IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific Conference «AGRITECH-2019: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies», 2019 (Красноярск); Международная НПК «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям», посвящённая 100-летию монографии Н. И. Вавилова, 2019 (Москва); Всероссийская НК с международным участием и школой молодых учёных – Годичное собрание Общества физиологов растений России «Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды», 2018 (Иркутск); Международная НПК «Вопросы современной науки: новые перспективы» в 2017 (Самара); 4-й Съезд микологов России, 2017 (Москва); Международная НПК студентов, аспирантов, науч. сотрудников и преподавателей «Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции», 2016 (Ставрополь); Международная НПК «Комплексные проблемы техносферной безопасности», 2015 (Воронеж).

**Публикации.** Результаты диссертационной работы отражены в 16 публикациях в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе 6 статей в изданиях рекомендованных ВАК МОН РФ для защиты диссертаций, 2 статьи в международных изданиях, 1 статья в AGRIS и 1 патент на изобретение.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов и списка использованной литературы, включающего 130 наименований. Диссертация содержит 152 страницы основного текста, 67 рисунков, 23 таблицы и 4 приложения.

**Финансовая поддержка.** Исследования проведены при поддержке договоров

на создание научно-технической продукции с ООО «Агро Эксперт Групп» и гранта на обучение за рубежом Министерства образования Российской Федерации, пройденного в Варшавском университете в 2017 – 2018 гг. и Государственного научного гранта Волгоградской области 2021 г.

**Благодарности.** Автор выражает признательность за помощь в научно-исследовательской работе профессору ФНЦ Агроэкологии РАН Белицкой М.Н., профессору Варшавского университета Малгоржате Суска-Малавской, профессору Варшавского университета Мацею Вудкевичу, доктору Варшавского университета Матеушу Вилку, директору по НТР ООО АгроЭкспертГрупп О.О. Агаповой, научному консультанту ООО Волга Индастри Е.Г. Николаеву.



# I ОБЗОР НАУЧНОЙ И ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## 1. ИССЛЕДУЕМЫЕ ДЕЙСТВУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

### 1.1 История открытия и применение фунгицидов

Один из главных факторов увеличения урожайности сельскохозяйственных растений – эффективная защита растений от болезней, сорняков, вредителей. Химический метод занимает значительное место в борьбе с потерями урожая [56].

Началом развития химического метода защиты традиционно считается применение парижской зелени против колорадского жука в 1867 году в США. Это был первый химический инсектицид. В 1885 году в Европе был создан первый фунгицид для защиты винограда против милдью. Это была бордоская жидкость, которая с успехом используется и сейчас [25].

В конце XIX – в начале XX века применялись высокотоксичные соединения мышьяка, ртути, цинка, фтора, хлора, меди. Дальнейшие исследования показали необходимость разработки новых менее токсичных препаратов [43].

В 1907 году была основана лаборатория микологии и фитопатологии Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР) членом-корреспондентом АН СССР профессором А. А. Ячевским.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в случае неприменимости химического метода, население планеты в первый же год потеряет половину всего продовольствия.

В XX веке появились синтетические фунгициды, широко применяемые с 1939 года [57]. Их основная сфера применения – сельское хозяйство, помимо этого фунгициды используют для защиты продовольственных запасов, древесины и других природных продуктов [53]. К ним относится препарат ДДТ, хлорсодержащие и фосфорсодержащие соединения, а также карбаматы, которые применяются в основном в качестве инсектицидов. Следует отметить органические соединения ртути, тио-, дитиокарбаматы и другие соединения в качестве препаратов эффектив-

ных против болезней растений. Для химических средств защиты растений характерно расширение ассортимента путем новых сочетаний фунгицидов, изменением доз и препаративных форм [24].

Таким образом, ассортимент химических и биологических средств защиты растений продолжает меняться: сокращается количество препаратов, которые вызывают отдаленные экологические последствия. Так, например, высокотоксичные и персистентные препараты на основе ртути, хлорорганических и многих фосфорорганических соединений выводятся из производства и применения. На рынке уменьшается число препаратов в порошкообразных формах. При этом растет число эффективных действующих веществ, совершенствуются механизмы действия и формы готовых препаратов. Все чаще применяются препараты с низкой нормой расхода, что приводит к снижению количества потребляемых фунгицидов без сокращения обрабатываемых площадей. Более экологичными формами принято считать: текучую пасту, концентраты суспензий, масляные эмульсии, сухую текучую суспензия, водорастворимые и микрокапсулированные гранулы [24].

## **1.2 Анализ современного состояния исследований**

Фунгициды – это химические вещества, используемые для борьбы и лечения грибных заболеваний растений. Применение фунгицидов стало широко распространенным в последние десятилетия в сельском хозяйстве, поскольку грибные инфекции снижают урожайность растений в мире почти на 20% [122]. Фунгициды стали основным средством защиты растений из-за их относительно низкой стоимости, простоты использования и эффективности [129].

Действующие вещества фунгицидов (д.в.) могут проявлять токсичность не только по отношению к грибам, но и по отношению к защищаемым растениям, а также к человеку и животным. Широкое использование фунгицидов в защите растений приводит к долгосрочному накоплению остатков в продуктах питания и окружающей среде [120].

Существует пять основных химических классов фунгицидов. Самая большая группа из них – триазолы. Фунгициды этого класса широко применяются против

возбудителей болезней. Однако систематическое применение триазолов приводит к появлению устойчивых штаммов грибов. Широко распространенное предположение о том, что триазолы обладают низкой фитотоксичностью, начало устаревать с публикацией более подробных анализов на клеточном уровне, которые продемонстрировали повреждения фотосинтетического аппарата [120, 123]. Триазолы обладают фитотоксичностью по отношению к защищенным растениям. В значительном количестве они вызывают ретардантный эффект (нарушается синтез гиббереллинов); нарушают синтез стероидов, снижают транспирацию растений [125]. Сегодня триазолы все еще применяются в борьбе с патогенами зерновых, фруктов и овощей, рапса и сои, несмотря на многочисленные сообщения об устойчивых штаммах грибов [99].

Следующая группа фунгицидов – фенилпирролы. Они являются химическими аналогами природного противогрибкового соединения пирролнитрина [110]. Фенилпирролы могут воздействовать на биосинтез клеточной стенки [114]. Существует риск фитотоксических эффектов в отношении защищаемых растений. Например, в исследованиях показано [120, 123], что применение фунгицидов приводит к торможению роста растений, нарушению развития репродуктивных органов, изменению обмена азота и/или углерода и ограничению фотосинтетической активности. Применение *in vitro* флудиоксона и пириметанила способствовало снижению чистой ассимиляции CO<sub>2</sub>, скорости транспирации, устьичной проводимости и межклеточной концентрации CO<sub>2</sub> [92, 123].

Стробилуриновая группа включает синтетические вещества, которые по структуре близки к природным токсинам – стробилуринам А и В, полученным из культур микроорганизмов *Strobilurus tenacellus* [92]. Высказывалось предположение, что стробилурины могут помочь растениям в управлении стрессом в условиях засухи, улучшая процессы водного баланса [93, 119]. Стробилурины способны снижать чистую ассимиляцию и межклеточную концентрацию CO<sub>2</sub>, скорость транспирации и устьичную проводимость в засушливых условиях. Вполне возможно, что в условиях такого стресса, устьица под действием стробилурина реагируют на индуцированные изменения в фотосинтезе мезофилла, воспринимая изменения в

межклеточной концентрации  $\text{CO}_2$ , либо реагируя на размер пула неопознанного С-фиксирующего субстрата. Возможно также, что эффекты стробилуринов опосредуются химической сигнализацией на основе абсцизовой кислоты [116]. При обработке растений фунгицидами и дальнейшем анализе параметров флуоресценции растений [100, 116, 129] в ряде исследований было установлено что световые реакции фотосинтеза могут проявлять чувствительность к воздействию фунгицидов. Фунгициды трифоринового типа способны ингибировать электрон-транспортные реакции у хлоропластов [101]. Обработка триазолами, бензимидазолами и дитиокарбаматами могут влиять на эффективный квантовый выход ФСII и снижать фотохимическое тушение (qP) [100, 129]. Стробилурины, могут способствовать блокированию транспорта электронов между ФСII и ФСI за счет связывания с участком Q<sub>i</sub> комплекса хлоропластного цитохрома bf [116]. Однако, согласно результатам некоторых исследований стробилурины, в частности пиракlostробин, кроме противогрибного действия, могут способствовать увеличению урожайности. В основе данного эффекта лежит сохранение более зеленых листьев в связи с их замедленным старением и общим повышением засухоустойчивости [45].

Бензимидазольные препараты были одними из первых системных фунгицидов, появившихся на рынке. Со временем интерес к ним упал, что связано с появлением устойчивых к ним штаммов. Применение карбендазима в *Nicotiana tabacum* отрицательно влияло на биомассу растений [117]. Беномил вызывает значительное снижение содержания хлорофилла a, хлорофилла b, каротиноидов и общего содержания пигментов в растениях *Helianthus annuus* [105]. Флудиоксонил и карбендазим снижали содержание каротиноидов и хлорофилла [117, 123]. Наблюдали хлороз листьев после применения беномила [98, 100].

Морфолины – класс малотоксичных и высокоэффективных фунгицидов, одна из первых групп ингибиторов синтеза стеролов [112].

Известны случаи фитотоксичности с веществами из других химических классов. Предварительное применение гербицидов и обработка семян флуопирамом привели к повышению фитотоксичности у сои по сравнению с необработанным контролем [108]. Физиологические исследования после применения фунгицида на

нескольких видах показали изменения фотосинтетической активности, и флуоресценции хлорофилла а [123]. Снижение ассимиляции  $\text{CO}_2$  в обработанных фунгицидами растениях объясняется как устьичными [129], так и другими эффектами, связанными с нарушениями способности карбоксилирования и снижением содержания РубисКО, а также уменьшения регенерации рибулозы-1,5-бисфосфата [116, 120].

Изменения темнового дыхания были зарегистрированы после применения манкозеба и флусилазола у *Malus domestica*. Увеличение темнового дыхания может быть объяснено дополнительной потребностью в энергии, метаболическим расщеплением, а также активацией альтернативного дыхания, которое нечувствительно к цианиду. Под действием стробилуринов дыхание растений может варьироваться в зависимости от вида, так, например, у растений *Spinacia oleracea* дыхание подавлялось [118, 119], а у *Triticum aestivum* темное дыхание только снижалось в определенные периоды вегетации [116].

Описана защитная функция триазолов в *Hordeum vulgare* и *Arachis hypogaea* против действия озона или солевого стресса путем стимуляции антиоксидантных ферментов [120, 126]. Кроме того, было показано, что азоксистробин и эпоксиконазол замедляют старение *Triticum aestivum* в первую очередь за счет расширения антиоксидантного потенциала, защищающего растения от повреждения активными видами кислорода [126]. Описана индукция синтеза фотосинтетических пигментов и белков в обработанных растениях [106]. Однако лишь в небольшом числе исследований рассматривался вопрос о том, усиливают или подавляют эти продукты физиологическую и метаболическую активность в тканях растений [117], а негативное влияние фунгицидов на фотосинтез, содержание пигментов, рост и изменения в репродуктивных органах было недостаточно полно проанализировано [120, 123].

Современные имеющиеся исследования показывают, что применение фунгицидов может негативно воздействовать на процессы фотосинтеза, синтеза стероидов, гиббереллинов, транспирацию, снижать ассимиляцию  $\text{CO}_2$  и биомассы, влиять на общее содержание пигментов. Однако сообщения о фитотоксичности, как правило, основаны на нескольких физиологических параметрах с использованием

большого разнообразия видов растений и различных типов и концентраций фунгицидов, что приводит в некоторых случаях к противоречивым результатам. Это существенно ставит под угрозу всесторонние знания о первичном воздействии фунгицидов на фотосинтез и, безусловно, заслуживает дальнейшего изучения [101].

### **1.3 Классификация фунгицидов**

Существуют различные классификации фунгицидов. Их разделение можно считать условным, поскольку свойства одного и того же фунгицида могут варьироваться в зависимости от растений, возбудителей, а также при использовании отличающихся доз и сроков применения [25]. Наиболее удобно их классифицировать в соответствии с химическими группами, к которым принадлежат их активные ингредиенты. Преимущество такой градации заключается, в том, что механизм действия вещества всегда зависит от химического состава и строения действующего вещества. Это упрощает управление выработкой устойчивостью по отношению к фунгицидам. Кроме разделения фунгицидов по химическому составу и механизму действия, их подразделяют по способу проникновения и цели применения [91].

По группам действующих веществ и химической природе выделяют неорганические соединения меди, серы, бария, хлора и других элементов; органические соединения – тиокарбаматы и карбаматы, триазолы, фениламиды, стробилурины бензимидазолы. Препараты растительного, бактериального и грибкового происхождения такие как пиретрины, антибиотики, фитонциды и другие иногда выделяют в отдельную группу.

Контактные фунгициды не проникают в растения, а лишь удерживаются и распределяются по их поверхности, препятствуя проникновению патогенов в защищаемое растение. Для обеспечения эффективной защиты необходимо проводить неоднократное число обработок за сезон. Системные же фунгициды легко проникают и усваиваются растениями через кутикулу листьев и стеблей [37]. На сегодняшний момент системные фунгициды постепенно заменяют старые несистемные продукты, установив более высокие уровни защиты растений [103].

Фунгициды подразделяют также на вещества защитного, лечащего и искореняющего действия. Защитные фунгициды препятствуют прорастанию спор или проникновению гриба в ткани растения. Лечащие фунгициды могут остановить инфекцию на ранних стадиях. Искореняющие фунгициды могут успешно бороться с грибковым заражением, даже когда симптомы заражения уже проявились [37, 45].

По месту и цели применения различают фунгициды для обработки растений в период вегетации, почвенные фунгициды и протравители семян [24]. Истинные фунгициды токсичны для грибов вне растений. Они напрямую угнетающе действуют на биохимические процессы клеток фитопатогенных грибов. В защите растений могут применяться микробные антагонисты, которые являются авирулентными штаммами патогенов. Их механизм действия заключается в иммунизации растений и повышения устойчивости к возбудителю [77].

В настоящее время ведущее место занимают фунгициды гетероциклического ряда. Они включают в себя азотсодержащие производные пиримидина, имидазола, пиразола и другие. Производные фенола, подразделяющиеся на нитрофенолы и хлорфенолы, известны не только своими фунгицидными, но и высокими бактерицидными свойствами. Они отличаются избирательностью действия [68].

Таблица 1.1.1.3.1 – Классификация фунгицидов по химическим классам в зависимости от строения действующих веществ

| Класс и механизм действия  | Основные представители  | Токсичность  |
|--|---|--|
| 1  | 2   | 3  |
| Грибные фунгициды: индуцированная системная резистентность (SAR) и ризосферная компетентность            | препараты на основе <i>Trichoderma harzianum</i> : штамм 18 ВИЗР; штамм ВКМ F-4099D   | 4 класс опасности для человека и 3 класс опасности для пчел  |
| Триазолы: ингибиторы биосинтеза стероидов  | Дифеноконазол, пенконазол, флутриафол, бромуконазол, триадимефон, тетраконазол, тритриконазол, тебуконазол, пропиконазол, диниконазол, триадименол, спироksamин, триадименол, фолпет, эпоксиконазол, ципроконазол | могут нарушать синтез гиббереллинов (ретардантный эффект) и стероидов (понижение транспирации растений). |
| Фенилпирролы: ингибирует рост мицелия и клеточное дыхание в процессе подавления фосфорилирования глюкозы | Флудиоксонил  | Мало токсичны для теплокровных животных и человека. Нефитотоксичны в умеренных дозах                     |

Продолжение табл. 1.1.1.3.1

| 1  | 2   | 3   |
|--|---|---|
| Бензимидазолы:<br>ингибиторы образования эргостерола в клетке грибов, как следствие нарушают ее жизнедеятельность              | карбендазим, тиабендазол, беномил, тиофанат-метил   | умеренно токсичны для теплокровных  |
| Стробилурины:<br>нарушает электронный транспорт в комплексе III митохондриальной мембраны, то есть угнетает клеточное дыхание  | азоксистробин, крезоксим-метил, трифлуксистробин, пиракло-стробин, пикоксистробин, флуаксастробин | нефитотоксичны в умеренных дозах. Малоопасные для теплокровных  |
| Карбаматы:<br>действуют на споры многих почвенных грибов   | пропамокарб, тиофанатметил, производные карбаминовой кислоты                                      | пропамокарб гидрохлорид не фитотоксичен, но некоторые сорта могут проявлять чувствительность  |
| Морфолины:<br>ингибиторы синтеза стероидов   | Спироксамин, Диметоморф   | 2 класс опасности для человека и 3 класс опасности для пчел   |
| Пиримидинамины:<br>Ингибиторы биосинтеза стерола и эргостерола   | этиримол, ципродинил, фенаримол   | 3 класс опасности для человека и пчел   |
| Имидазолы:<br>нарушают синтез эргостерина на разных стадиях  | прохлораз, имазалил, ипродион   | имазалил высокотоксичен для млекопитающих. Прохлораз умеренно опасен. Ипродион малотоксичен.  |
| Дитиокарбаматы:<br>подавляет окислительно-восстановительные процессы вследствие угнетения активности антиоксидантных ферментов | Полирам, манкоцеб, пропиенеб, металаксил, метирам, тирам, поликарбацин                            | нарушают биохимические системы и у растений, при проникновении в значительных количествах   |
| Соединения меди:<br>вызывают денатурацию и осаждение белков. Могут ускорять внутриклеточные окислительные процессы             | бордоская смесь, хлорокись меди   | фитотоксичны особенно при повышенной влажности. При их накоплении в почве вызывают сильное опадение листьев и завязей в начале лета. Ядовиты для человека и теплокровных животных. Доза 10 г является абсолютно смертельной |
| Фосфорорганические:<br>фосфорилируют белковый фермент ацетилхолинэстеразу (АХЭ)  | Диметоат, Диазинон, Малатион, Пиримифосметил, фосэтил алюминия                                    | Фитотоксичны при повышенных дозах (ожоги листьев и цветков). Токсичен для водных обитателей. Для теплокровных животных, человека малотоксичен   |
| Фталиимиды:<br>подавляют процесс дыхания патогена, связывая ферменты с сульфогидрильными группами                              | каптан  | не опасны для окружающей среды, быстро разрушаются в почве и воде до нетоксичных соединений. Для теплокровных онкогенно токсичны  |

[17, 21, 24, 29, 32, 37, 58, 69, 70, 91].



Фунгициды также подразделяются на химические классы в зависимости от строения действующих веществ (табл. 1.1.1.3.1).

Некоторые группы препаратов, в зависимости от их химического состава, могут влиять угнетающим образом не только на грибы, но и на сами растения, провоцируя признаки фитотоксического действия. Например, отдельные фосфорорганические препараты и неорганические соединения меди способны стать причиной ожогов листьев [30].

## 1.4 Фунгициды, применяемые в исследовании

### 1.4.1 Азоксистробин

Азоксистробин был обнаружен во время исследования *Oudemansiella mucida* и *Strobilurus tenacellus*, которые обычно встречаются в европейских лесах. Молекула была впервые синтезирована доктором Кристофером Годфри из Международного исследовательского центра Джеллотс Хилл в Брекнелле (Великобритания).

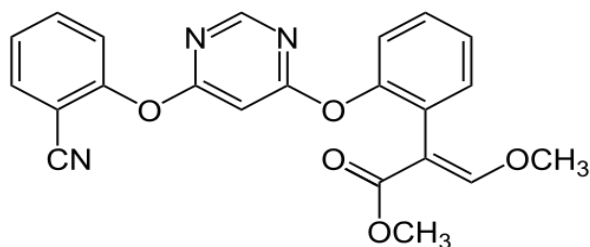


Рисунок 1.1.1.4.1.1 – Азоксистробин [Метил(Е)-2-{2-[6-(2-цианофеноксипиримидин-4-илокси)фенил]-3-метоксиакрилат}]

Азоксистробин – фунгицид из класса стробилуринов (рис. 1.1.1.4.1.1). Стробилурины рекомендовано применять совместно с фунгицидами других химических классов. Применение препаратов на основе азоксистробина несколько вегетационных периодов подряд – запрещено [24].

В связи со способностью азоксистробина блокировать транспорт электронов в цепи цитохромов *b* и *c*<sub>1</sub>, он способен ингибировать клеточное дыхание фитопатогенных грибов, при этом в клетках могут образовываться перекисные соединения [37, 130]. Это довольно серьезно мешает нормальной жизнедеятельности фитопатогенов, приводя в некоторых случаях к полному разрушению. Когда азоксистробин не разрушает клетки грибов полностью, он все равно препятствует спорообразованию и предотвращает заражение других растений [113].

Несмотря на то, что азоксистробин оказывает влияние в том числе на растения, млекопитающих, птиц и насекомых, его токсичность на них не велика. Острое

отравление азоксистробинном вызывает такие симптомы как: головная боль, слабость, утомляемость и тошнота [62, 121]. ЛД<sub>50</sub> для крыс более 5000 мг/кг. Азоксистробин очень токсичен для пресноводных, морских рыб и других водных организмов, но благодаря его низкой растворимости в воде, наносимый им вред несколько снижается [102]. В почве в полевых условиях период полураспада достигает от 3 до 39 суток. Разложение вещества при этом идет за счет фотолиза с образованием геометрического Z-изомера [62].

В качестве главного недостатка азоксистробина в качестве фунгицида следует отметить возможность выработки резистентности патогенными грибами без снижения их общей жизнеспособности. В связи с этим, применение азоксистробина рекомендовано совместно с фунгицидами, обладающими отличным механизмом действия [115].

Азоксистробин обладает самым широким спектром активности из всех известных фунгицидов [111]. Азоксистробин широко применяется в сельском хозяйстве, особенно при выращивании пшеницы [107]. Кроме этого, зарегистрированные препараты на его основе могут быть применены против мучнистой росы, фитофтороза и альтернариоза томатов, пероноспороза огурцов и лука, заболеваний винограда, фузариоза, гельминто-спориозной пятнистости спортивных газонов, серебристой парши и ризоктониоза картофеля [59].

#### **1.4.2 Флудиоксонил**

Флудиоксонил – это несистемный фунгицид, введенный в 1993 году Ciba-Geigy (Syngenta). Он используется для обработки злаков, фруктов, овощей и других растений. Чаще всего флудиоксонил применяется в сочетании с другими фунгицидами, например, таким как ципродинил [94].

Флудиоксонил наиболее эффективен против *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Alternaria* и *Botrytis*. Однако, токсичен для рыб и других водных организмов [15, 95, 119].

По химическому составу относится к классу фенилпирролов. Его механизм действия заключается в ингибировании связанной с транспортом фосфорилирования глюкозы, то есть нарушением функции клеточных мембран. Это в свою очередь снижает скорость роста мицелия [127].

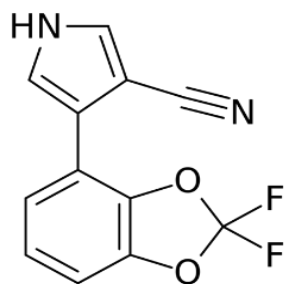


Рисунок 1.1.1.4.2.1 – Флудиоксонил [4-(2,2-дифтор-1,3-бензодиоксол-4-ил)-пиррол-3-карбоновой кислоты]

Соединение имеет длительное защитное и слабое системное действие. Срок защитного действия и период полураспада в почве в среднем составляет от 140 до 350 дней в лабораторных условиях и около 10 – 25 дней в полевых условиях. Данный показатель зависит от состава, формы препарата и типа почвы [20, 21, 69].

Флудиоксонил – аналог природных антимикотических веществ, имеет широкий спектр действия (рис. 1.1.1.4.2.1). Относительно стойкое вещество, однако оно может быстро разрушаться в процессе фотолитиза.

### 1.4.3 Протиоконазол

По химическому строению протиоконазол относится к классу триазолов, его структурная формула представлена на рис. 1.1.1.4.3.1. По типу действия данный фунгицид является защитным, лечебным и искореняющим. Одной из отличительных особенностей протиоконазола является тот факт, что, попадая в растение, он метаболизируется до более устойчивого соединения – протиоконазол-дестио [82].

Протиоконазол преимущественно используется для обработки вегетирующих растений против возбудителей различных болезней и в качестве протравителя семян. Он влияет на формирование более мощных всходов, хорошо развитой корневой системы, повышает кустистость и засухоустойчивость. В целом, увеличение толщины побега увеличивает прочность к механическим повреждениям, а отсутствие мезокотилия, самой уязвимой части побега для насекомых и патогенных микроорганизмов, повышает качество защиты растений от многих видов заболеваний

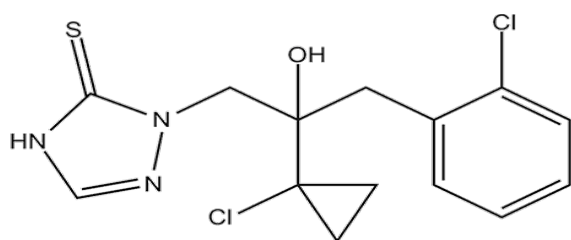


Рисунок 1.1.1.4.3.1 – Протиоконазол [2-[(RS)-2-гидрокси-2-(1-хлорциклопропил)-3-(2-хлорфенил)пропил]-2H-1,2,4-триазол-3(4H)-тион]

и вредных насекомых на начальных этапах роста [13]. Но одновременно с этим, протиоконазол может угнетающе действовать на рост и всхожесть.

Препараты на основе протиоконазола относят ко второму классу опасности для млекопитающих и третьему

классу для пчел [59]. При этом период полураспада составляет около трех дней. В полевых условиях в почве распад препарата ДТ50 протиоконазола-дестио достигает 16,3 – 72,3 дня. Согласно методике выполнения измерений остаточного содержания протиоконазола по метаболиту протиоконазол-дестио в семенах, масле и зеленой массе рапса методом капиллярной газожидкостной хроматографии, его метаболит выявляется на пределе обнаружения – 6 мкг/кг в 10-20 см слое почвы. Максимальное содержание отмечали в 1 – 28 день после применения, полное разложение (менее 6 мкг/кг) было достигнуто после 55 – 240 дней [63].

#### 1.4.4 Ципроконазол

Ципроконазол относится к классу триазолов (рис. 1.1.1.4.4.1). Препараты на основе ципроконазола активно применяется в сельском хозяйстве от комплекса заболеваний зерновых культур, особенно против ржавчинных грибов. Ингибирует биосинтез стероидов, в том числе эргостерола, в клетках грибов, подавляя С-14-деметиляцию взаимодействием с цитохромом Р-450. В отличие от других ингибиторов биосинтеза стероидов, ципроконазол имеет более широкий спектр действия, обусловленный физико-химическими свойствами, поглощением и перемещением в растениях [15, 20, 25, 94, 95].

Данный фунгицид был открыт в 1986 г., после чего уже в 1988 г. фирма Сандоз Агро (Швейцария), предложила его применение в Европе. В 1991 г. в России был зарегистрирован один из первых препаратов на основе ципроконазола под

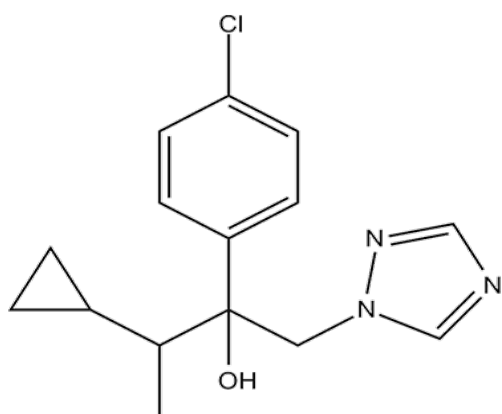


Рисунок 1.1.1.4.4.1 – Ципроконазол [(2 RS, 3 RS; 2 RS,3 SR)-2-(4-хлорфенил)-3-циклопропил-1-(1H-1,2,4-триазол-1-ил)бутан-2-ол]

названием Альто 400 КС. Позднее препараты с ципроконазолом получили широкое распространение во многих странах.

Ципроконазол мало опасен по отношению к птицам. При этом, он проявляет умеренную токсичность для теплокровных животных и ЛД<sub>50</sub> для крыс составляет 1333 мг/кг [24]. По отношению к пчелам и дру-

гим опылителям относится к 3 классу опасности. При испытании методом Эймса не было установлено мутагенных и канцерогенных свойств ципроконазола [25, 78].

В почве малоподвижен (до 3 месяцев) [69]. Период распада в почве аналогичен другим представителям триазолов – довольно устойчивый и слабо вымывается. Но в растениях метаболизируется и полностью расщепляется быстро. Остаточные количества вещества в зерновых после двух обработок за сезон выявляются на уровне 0,03 мг/кг [27].

#### 1.4.5 Прохлораз

Прохлораз представляет собой контактный и системный фунгицид. Относится к классу имидазолов и обладает защитным и искореняющим действием. Структурная формула показана на рис. 1.1.1.4.5.1. Проникающая способность прохлораза во

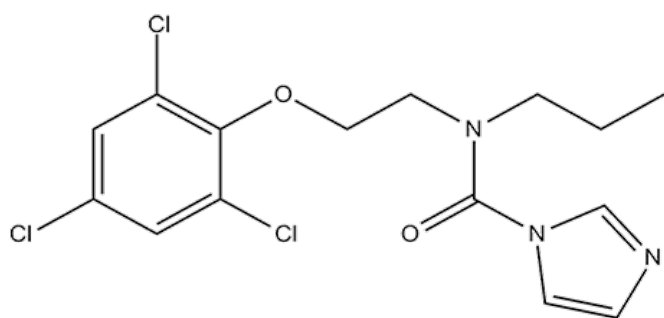


Рисунок 1.1.1.4.5.1 – Прохлораз [N-пропил-N-[2-(2,4,6-трихлорфенокси)этил]имидазол-1-карбоксамид]

все части растения достаточно высока, его активность может сохраняться до 4 недель. Наиболее часто его применяют для защиты фруктов, овощей и полевых культур [69].

Является ингибитором биосинтеза стерина в мембранах клеток грибов, подавляя деметилирование в положении 14 ланостерина или 24 метилendigидроланостерина. Несмотря на то, что комплекс грибов, вызывающих потемнение колоса, прохлораз подавляет примерно на 75%, он обладает низкой эффективностью против ржавчины и кладоспориоза [26].

Препарат безопасен для пчел *Coccygomimus turionellae* в концентрации 0,19% [25]. Но высоко токсичен для водных организмов [69]. Обладает не высокой токсичностью по отношению к теплокровным животным – ЛД<sub>50</sub> для крыс составляет 1,6 г/кг, при этом кожно-резорбтивная токсичность ЛД<sub>50</sub> более 5г/кг [25].

#### 1.4.6 Ацетамиприд - инсектицид

Ацетамиприд – пестицид из химического класса неоникотиноидов,

применяемый для борьбы с вредными насекомыми (рис. 1.1.1.4.6.1). Он относится к инсектицидам контактного, кишечного и системного действия. Блокирует никотинзависимые рецепторы ацетилхолина в нервной системе, что нарушает

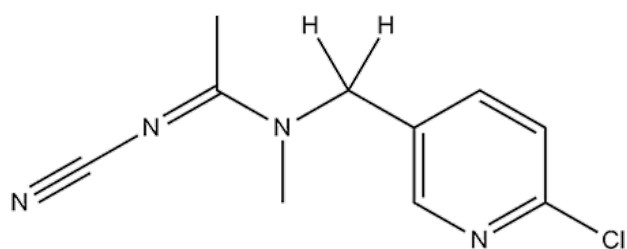


Рисунок 1.1.1.4.6.1 – Ацетамиприд [N1-метил-N1-[(6-хлор-3-пиридил)метил]-N2-цианацетамидин]

передачу нервного импульса через синапс, и насекомое погибает от сильного нервного перевозбуждения [67].

Срок защитного действия ацетамиприда составляет до 21 дня, при этом он обладает быстрым и

продолжительным действием, результат виден уже через один час [4, 69]. Препараты на основе ацетамиприда применяются против вредителей пшеницы и ячменя, томатов и огурца защищенного грунта, картофеля, пастбищ, участков, заселенных саранчовыми, дикой растительности [58].

Инсектициды на основе ацетамиприда обладают трансламинарными и системными свойствами. Это позволит защищать растения уже с периода всходов при раннем их заселении вредителями [34].

Период полураспада в почве составляет 1-2 дня [19]. Препараты на основе ацетамиприда относят к 3 классу опасности для человека [58].

## 1.5 Регуляторы роста растений

Фитогормоны представляют собой биологические регуляторы роста и развития растений, которые стимулируют и/или ингибируют морфогенетические и физиологические процессы. С их помощью осуществляются взаимодействия на уровне клеток, тканей и органов [84].

Помимо влияния фитогормонов на степень метилирования ДНК и регулирования экспрессии генов, они способны связываться с белками-репрессорами на опероне. Последнее приводит в свою очередь к активации структурных генов и синтезированию определенных ферментов. Гормональная система имеет тесную

связь с генетическим аппаратом клетки [84]. Таким образом, изменение соотношения гормонов позволяет в некоторой степени влиять на генетические программы клеток и тканей. Эти процессы принято называть дедифференциацией, редифференциацией и дифференциацией клеток [84, 88].

Для увеличения и стабилизации урожайности сельскохозяйственных растений требуются технологии, соответствующие природным условиям. Немаловажным элементом таких технологий является применение регуляторов роста. Стимулирующая предпосевная обработка семян известна достаточно давно [66]. Применение в условиях производства стандартного оборудования для протравливания семян существенно упрощает предпосевную обработку препаратами-стимуляторами в отличие от применения стимулирующих воздействий. В некоторых случаях при стимуляции семян наблюдаемые положительные эффекты не всегда воспроизводимы, поскольку важным влиянием погодных условий, качество семенного материала, почва и другие факторы [83].

Согласно исследованиям многих ученых и практиков [49, 72], высокая продуктивность растений может быть достигнута путем своевременной корректировки темпов роста и развития, повышением их адаптационных возможностей регуляторами роста растений [33].

Выделяют пять основных групп фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилены. Абсцизовая кислота, этилены и фенолы относятся к ингибиторам, а ауксины, гиббереллины, цитокинины и открытые относительно недавно брассиностероиды, жасминовая и салициловая кислоты к стимуляторам [46].

### **1.5.1 Ауксины**

Ауксины представляют собой соединения индольной группы, которые продуцируются растущими верхушками стеблей и корней и оказывают множественное влияние на процессы роста и дифференцировки растений. Наиболее важным представителем является индол-3-уксусная кислота (далее ИУК). ИУК в тканях растений связывается через карбоксильную группу по типу сложного эфира или с ами-

нокислотами по типу пептида, например с триптофаном или аспарагиновой кислотой. Такие конъюгаты ИУК играют важную роль в регуляции метаболизма ауксинов. Содержание ИУК зависит не только от скорости ее образования, но и от активности распада. ИУК распадается под действием фермента ИУК-оксидаза, а также под воздействием ультрафиолетовых лучей или в процессе декарбоксилирования [55, 84].

Согласно исследованиям, при увеличении концентрации питательного раствора для некоторых участков корней пшеницы, в этих участках возрастало количество ИУК, что предшествовало более интенсивному ветвлению корневой системы. Таким образом, это может играть значительную роль во влиянии на скорость роста и ветвления корней, что может приводить к улучшению питания у растений [38].

В растениях были обнаружены и другие структурно родственные соединения ИУК. Например, 4-хлориндолил-3-уксусная кислота, индолилэтанол, индолилацетамид, индолилацетонитрил и индолилацетальдегид. Некоторые из них служат предшественниками биосинтеза ауксинов. А также, к природным ауксинам относят фенилуксусную кислоту, обладающую несколько меньшей активностью [81].

Содержание ауксинов может изменяться в процессе онтогенеза растения. Максимальное содержания ауксинов в листьях определяется в фазе цветения. Распускающиеся почки, прорастающие семена содержат большое количество ауксина. В период прекращения роста (период покоя) по данным В.И. Кефели, содержание ауксинов снижается [40, 84]

В результате несимметрического распределения ауксинов в организме проявляются эффекты гео- и фототропизма. Ауксины способны оказывать значительное влияние на рост coleoptилей, стеблей и листьев. Помимо этого, они способствуют росту апикальной почки и подавляют боковые, положительно воздействуют на процесс образования корней, вызывая в некоторых случаях задержку опадения листьев и завязей [22]. Однако, превышение дозы препарата или времени обработки может дать обратные эффекты из-за синтеза этилена [72, 84].

Синтетические аналоги ауксина имеют аналогичные свойства. Их основные



представители, стимулирующие рост растений: индолилмасляная кислота (далее ИМК),  $\alpha$ -нафтилуксусная кислота, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота и фенольные соединения. Синтетические аналоги эффективно связываются рецепторами ауксина, но слабо взаимодействуют с системами транспорта [55].

### 1.5.2 Цитокинины

Цитокинины – гормоны растений из 6-аминопуринового ряда. Преимущественно цитокинины стимулируют деление клеток: способствуют синтезу ДНК и контролируют клеточный цикл растений. Синтез цитокининов происходит в апексе корня, что способствует удерживанию в нем органических веществ. Эти гормоны положительно влияют на закладку элементов флоэмы. А в зоне дифференцировки корня они способствуют образованию проводящей системы [55]. Цитокинины способны до некоторой степени изменять строение растительных клеток. Например, в случае низкой концентрации цитокинина в питательной среде (не превышает  $10^{-9}$  М), образующиеся ткани – рыхлые и непрочные. Увеличение концентрации до  $10^{-8}$  –  $10^{-7}$  М способствует развитию корешков, а при концентрациях ближе к  $3 \times 10^{-6}$  М образуются побеги. Рассмотрев такую зависимость от концентрации цитокининов, можно предположить аналогичную роль цитокининов и в интактном растении [84].

Под действием цитокининов подавляются боковые корни, но у побегов развиваются боковые почки. Следовательно, при совместном применении ауксинов с цитокининами, последние снижают апикальное доминирование ауксинов. Включение цитокининов в обработку семян способно выводить их из состояния покоя, при этом возрастает энергия прорастания и всхожесть [44].

Поскольку цитокинины содержатся в растениях в малых количествах, для их идентификации наиболее рационально применять масс-спектрометрические методы. Доказательство связи механизма действия цитокининов с какой-либо специфической биохимической реакцией деления является открытым вопросом для изучения [55, 84].

### 1.5.3 Гиббереллины

Гиббереллины относятся к дитерпеноидам флуоренового ряда. Основным считается гиббереллин ГК<sub>9</sub>, а остальные соединения принято рассматривать в качестве его производных. Они обладают низкой устойчивостью в среде отличной от нейтральной [55]. Выработка гиббереллинов преимущественно осуществляется в фотосинтезирующих листьях. По своим функциям они способны активировать рост стеблей, благодаря более активному делению клеток в зоне, примыкающей к верхушке стебля; положительно влиять на энергию прорастания и всхожесть семян; ускорять рост листьев и усиливать цветение и образование плодов у некоторых растений [2].

При применении высоких доз гиббереллинов возможно угнетение корневой системы. Такие патологические симптомы как карликовость или чрезмерный рост могут быть свидетельствами понижения или избытка этих гормонов [40].

### 1.5.4 Ретарданты

В группу ретардантов входят вещества разные по химической природе, но схожие по действию на растения: подавляют синтез гиббереллиновой кислоты, что усиливает деление клеток в поперечном направлении, без ущерба другим физиологическим процессам. Как следствие, растения приобретают более сочный и насыщенный темно-зеленый цвет листьев, короткие, жесткие и прочные стебли, что помогает в формировании устойчивости к полеганию, засухе и холоду. [71].

На сегодняшний день, в сельскохозяйственном производстве активно применяются около 20 ретардантов различных по химической природе соединений. Наибольшее распространение имеют такие соединения как:

- хлорхолинхлорид, хлормекватхлорид (хлористый-2-хлорэтилтриметиламмоний);
- алар, диаминозид (N-диметилгидразид янтарной кислоты);
- этрел, кампозан, этефон (2-хлорэтилфосфоновая кислота) [64, 84].

## **2. ФИЗИОЛОГИЯ ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНОВОК**

### **2.1 Дыхание как интегральный показатель процесса прорастания**

Дыхание растительного организма является одним из главных процессов его обмена веществ. На ряду с фотосинтезом, это достаточно сложный окислительно-восстановительный процесс, включающий ряд этапов. На промежуточных стадиях образуются такие органические соединения как: пентозы и карбоновые кислоты, используемые в дальнейшем в различных метаболических реакциях. Процесс дыхания у растений служит источником разнообразных метаболитов [86].

Процесс дыхания, как и фотосинтез, является поставщиком аденозинтрифосфорной кислоты (далее АТФ), никотинамидадениндинуклеотидфосфата (далее НАДФН) и метаболитов. Но между фотосинтезом и процессом дыхания существует и ряд отличий. Например, в некоторых случаях результатом дыхания может стать потеря сухого вещества в связи с выделением энергии в виде тепла. Таким образом, усиление интенсивности дыхания может свидетельствовать о наличии стресса у растений [10].

В процессе прорастания семян дыханию принадлежит важная роль. Этот процесс – посредник между гидролизом и мобилизацией запасных веществ и ростом проростка. При достижении достаточного уровня оводненности начинается процесс гидролиза запасных веществ [87]. Продукты гидролиза участвуют как в пластическом обмене, обеспечивая синтез пластических веществ зародыша, так и в энергетическом обмене, поддерживая синтетическую направленность физиологических процессов. Кроме того, отдельные интермедиаты дыхания могут вступать в синтетические процессы. Процесс дыхания регулируется прорастающим семенем. Интенсивность дыхания может быть метаболической характеристикой процесса прорастания [90].

#### **2.1.1 Субстраты дыхания**

Вещества, используемые в процессе дыхания растениями, остаются одним из значимых вопросов физиологов. Так, например, в работах И.П. Бородина была представлена прямая зависимость интенсивности дыхания и содержания углеводов

в тканях растений. Из чего последовало предположение о ключевом значении углеводов в качестве субстратов в процессе дыхания. Наиболее точный ответ может быть получен путем определения дыхательного коэффициента (далее ДК) [74]. Определение ДК проводят по объемному отношению выделившегося в процессе дыхания  $\text{CO}_2$  к поглощенному  $\text{O}_2$  за единицу времени. В случае, когда в процессе дыхания расходуются углеводы, ДК равен единице. Если в процессе дыхания разлагаются более окисленные соединения, например, органические кислоты, то ДК становится больше единицы. Во время окисления жиров или белков, ДК становится меньше единицы. В нормальных условиях он близок к единице. Рассмотрев эти зависимости, можно сделать вывод о значимой роли углеводов в качестве дыхательного субстрата растений. Использование иных субстратов возможно при сниженном количестве углеводов. Достаточно просто отследить это на проростках зерновых, поскольку в них в качестве запасного питательного вещества преимущественно содержатся жиры или белки. В этом случае, в процессе дыхания происходит расщепление жиров до глицерина и жирных кислот, и ДК становится меньше единицы [10, 85].

### **2.1.2 Дыхание злаковых зерновок**

При прорастании дыхание резко возрастает, так как выделение  $\text{CO}_2$  происходит более активно в связи с чем растет потребность в  $\text{O}_2$ . Дыхание представляет собой аэробное окислительное разложение органических соединений на более простые неорганические с выделением энергии. Под влиянием окислительно-восстановительных ферментов клетки зерновок обеспечиваются энергией за счет окисления органических веществ [85].

Продукты, получаемые в процессе дыхания, в том числе и источники энергии, используются для обновления белков, структур клеток зародыша и других органических веществ. При благоприятных параметрах хранения таких как влажность, температура, доступ кислорода, дыхание и обмен веществ в зерновках осуществляются на низком уровне и направлены на поддержание жизнеспособности зародыша [39].

Выделяют три основных фактора, определяющих интенсивность дыхания зерновок: влага, тепло и приток кислорода воздуха [10]. Наименее интенсивно дышат сухие зерновки (влажность до 14%). При повышении влажности до 14,5% интенсивность дыхания может увеличиваться в 2 – 4 раза, а при повышении влажности более 17% зерновки могут дышать в 20 – 30 раз интенсивнее, по сравнению с сухими. Следовательно, прорастанию предшествует поглощение воды и набухание зерновки (в среднем до 50% от первоначальной массы). Это объясняется тем, что злаковые содержат до 14% воды, прочно связанной с биополимерами, преимущественно с белками. Таким образом, эта связанная вода не может служить в качестве растворителя и среды для интенсивных биохимических реакций. При повышении влажности выше критической, в среднем она составляет 14%, появляется свободная вода, наличие которой позволяет интенсивности дыхания и другим биохимическим реакциям резко возрасть [10].

Не менее важным фактором, влияющим на интенсивность дыхания, является температура. Наименьшая интенсивность дыхания может отмечаться и при некоторых минусовых температурах, в то время как максимальная возможна при температурах 50 – 55<sup>0</sup>С. При более высоких температурах дыхания зерновок резко снижается в результате денатурации белков.

Поскольку диоксид углерода тормозит дыхание, еще одним фактором, влияющим на интенсивность дыхания является скорость поступления кислорода. При длительном хранении в атмосфере повышенных концентраций СО<sub>2</sub> осуществляется переход на процессы брожения, что приводит к постепенному отравлению зерновки этанолом и ее отмиранию.

Дыхание зерновок включает в себя такие процессы как:

1. расход углеводов, белков и жиров, приводящий к уменьшению массы зерновки, что особенно выражено при прорастании;
2. повышение содержания углекислого газа в окружающей атмосфере, содержание кислорода при этом уменьшается;
3. выделение влаги и тепла.

Прорастающие зерновки начинают выделять тепло, что приводит к быстрому

и резкому повышению температуры. В случае плесневения сырых зерновок при повышающейся температуре, интенсивность дыхания возрастает ещё быстрее. Во избежание этих процессов рекомендуется своевременное удаление влаги или предотвращение ее появления, понижение температуры при хранении [79, 85].

## **2.2 Фитотоксичность фунгицидов и механизмы действия**

Фитотоксичность представляет собой способность д.в. оказывать угнетающее, в том числе отравляющее, воздействие на обрабатываемые ими растения [30]. Фитотоксическое действие может угнетающе действовать на энергию прорастания, всхожесть зерновок и накопление сухой массы. А также, химические соединения могут вызывать хлорозы листьев, их опадение, ожоги; приводить к опадению завязей, повреждению плодов и нарушать их нормальное образование, действовать угнетающе на рост и развитие растения, искривлять стебли и нарушать обмен веществ, снижать урожайность [30].

Так, например, некоторые фосфорорганические и медьсодержащие препараты вызывают ожоги молодых растений, этот эффект усиливается в условиях жары и высокой влажности. Вещества на основе неорганической серы приводят к опадению листьев у тыквенных культур, крыжовников и других чувствительных к ним растений. Губительными для молодых проростков могут быть производные карбаминовой кислоты [17].

В растениях под действием ферментных систем д.в. метаболизируются. В целом, механизм метаболизма фунгицидов в растениях может варьироваться, но в конечном итоге приводит к образованию продуктов распада. В некоторых случаях, при взаимодействии д.в. с растением на первом этапе возможен синтез более токсичных соединений, чем исходные. Так как у молодых растений деятельность меристемы протекает более активно, в их тканях преобладают синтетические процессы, при этом содержание биокатализаторов и гормонов, ферментов и витаминов в них выше, чем в более зрелых растениях, в некоторых случаях это позволяет быстрее и эффективнее взаимодействовать с токсическим веществом фунгицидов, приводя к его изменению. В более зрелых тканях растений не создается столь же

благоприятных условий для аналогичного процесса. Это связано с тем, что в более старых тканях преобладают гидролитические процессы, которые направлены на образование простейших низкомолекулярных соединений и разложение органических соединений [30, 32].

Некоторые фунгициды и их метаболиты способны образовывать устойчивые липофильные соединения с углеводами растений: ароматические карбоновые кислоты, карбаминовые (карбаматы) и арилооксиалканкарбоновые кислоты, синтетические пиретроиды, производные мочевины и триазины [30].

Известно, что стробилурины способствуют выработке микотоксинов фитопатогенными грибами [29]. А также некоторые исследования свидетельствуют о том, что грибы вырабатывают абсцизовую кислоту – фитогормон ингибирующего действия. Следовательно, фунгициды могут действовать как непосредственно, так и опосредовано [80].

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ

Пшеница является одной из важнейших культур для питания человека [124]. Пшеница была успешно выращивается в различных условиях: от Скандинавии до Аргентины, охватывая широты от экватора до 60 ° северной широты и 44 ° южной широты [109]. Она стала одним из важнейших элементов сельскохозяйственной экономики многих стран мира.

Один из наиболее ограничивающих факторов производства пшеницы связан с фитосанитарными проблемами, которые увеличивают себестоимость продукции, вызывают потери урожая и снижают качество зерна. Различные организмы, такие как грибы, бактерии, нематоды, вирусы и насекомые, могут вызывать некоторые проблемы на растении. В странах-производителях пшеницы присутствие грибов вызывает большинство фитосанитарных проблем. Среди грибных заболеваний наиболее распространенными лимитирующими заболеваниями листвы, влияющими на производство пшеницы, являются пятнистость листьев *Septoria* (*Septoria tritici*), ржавчина листьев (*Puccinia triticina*) и мучнистая роса (*Blumeria graminis*).

Несколько стратегий, таких как севооборот, использование устойчивых сортов и применение фунгицидов, были использованы для борьбы с этими фитопатогенами. Среди них использование фунгицидов было одним из наиболее успешных и широко распространенных методов, применяемых для поддержания производства пшеницы, которое предотвратило потери урожая и привело к увеличению экономической отдачи [28].

В России находится около 10 % всех пахотных земель мира, при этом наибольшее количество пахотных земель России приходится на регионы Центрального Поволжья, Северного Кавказа, Урала и Западной Сибири. В среднем, ведущими регионами по сбору пшеницы являются Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский край [76].

### 3.1 Качество зерна и его характеристика

Химический состав зерна может значительно изменяться в зависимости от сорта растений, агротехники, условий хранения и других факторов. В табл. 1.3.3.1.1 приведены данные, характеризующие средний химический состав широко применяемых зерновых растений [52].

Таблица 1.3.3.1.1 - Содержание основных пищевых веществ в зерне, на 100 г. съедобной части продукта [18]

| Продукт         | Вода  | Белки | Жиры  | Углеводы | Клетчатка | Зола |
|-----------------|-------|-------|-------|----------|-----------|------|
| Пшеница мягкая  | 14,00 | 12,00 | 1,70  | 68,70    | 2,00      | 1,60 |
| Пшеница твердая | 14,00 | 13,80 | 1,80  | 66,60    | 2,10      | 1,70 |
| Рожь            | 14,00 | 11,00 | 1,70  | 69,90    | 1,90      | 1,80 |
| Тритикале       | 14,00 | 12,80 | 2,10  | 54,50    | 2,60      | 1,70 |
| Ячмень          | 14,00 | 10,50 | 2,10  | 66,40    | 4,50      | 2,50 |
| Кукуруза        | 14,00 | 10,00 | 4,60  | 67,90    | 2,20      | 1,30 |
| Овес            | 12,80 | 10,20 | 5,30  | 59,70    | 10,00     | 3,00 |
| Просо           | 12,50 | 10,60 | 3,90  | 61,10    | 8,10      | 3,80 |
| Гречиха         | 13,30 | 14,40 | 2,70  | 58,80    | 11,40     | 2,40 |
| Фасоль          | 14,00 | 23,20 | 2,10  | 53,80    | 3,60      | 3,30 |
| Соя             | 10,00 | 36,50 | 17,50 | 26,00    | 4,50      | 5,50 |
| Лен             | 8,00  | 24,10 | 48,60 | 11,10    | 2,40      | 3,80 |

Современные селекция и генетика позволяют создавать высокоурожайные сорта. Проводятся работы по выведению урожайных сортов высокобелковой и высоко-клейковинной пшеницы, есть положительные результаты по выведению вы-



соковитаминных сортов пшеницы [24]. Для рационального использования ресурсов пшеницы, ячменя, овса и других зерновых необходимо применение научно обоснованных методов и стандартов. Такой подход обеспечивает повышение качества и приводит к сокращению потерь на каждом этапе производства, хранения и переработки зерна. Стандарты на зерно предусматривают не только требования к его качеству, но и к методам проведения технологических процессов [36].

### **3.2 Фенологические фазы роста зерновых**

В процессе роста и развития растение проходит ряд этапов, различающихся возрастным состоянием и фазами органогенеза, которые называют фенофазами. В России, как правило, различают шесть основных фенофаз роста: всходы, кущение, трубкование, колошение, цветение и созревание [51]. Однако международной фенологической шкалой считается шкала по Задоксу, которая десять этапов: прорастание, рост проростка, кущение, трубкование, набухание листового влагалища, колошение, цветение, формирование и налив зерновок, восковая и полная спелость. Данная система позволяет более точно разделять возрастное и физиологическое состояние растений, что помогает определить их потребности в факторах роста на каждом этапе [18].

Во время прорастания несмотря на то, что зерновка поглощает воду всей поверхностью, влага быстрее проникает в эндосперм, а не в зародыш. При прорастании, проросток злака покрыт колеоптилем, защищающим его от повреждений. Колеоптиль прекращает рост и разрывается под влиянием солнечного света после того, как проросток выходит на поверхность почвы. В это время отмечают фазу всходов. Затем у зародышевого побега постепенно удлиняется первое междоузлие и следующий узел становится ближе к поверхности почвы. Так происходит переход к этапу кущения. К первичному узлу прикрепляются 1, 2, 3-й и остальные зародышевые листья главного побега. Почки в пазухах этих листьев образуют узлы и боковые побеги второго и более высоких порядков. Кущение включает и процесс подземного ветвления стебля. В фазе кущения начинается колошение, заканчивающееся в фазе трубкования. [41].

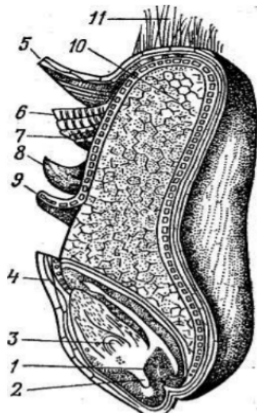


Рисунок 1.3.3.2.1 – Строение зерновки: 1 – зародыш; 2 – зачаточные корешки; 3 – почечка; 4 – щиток; 5 и 6 – плодовые оболочки; 7 и 8 – семенные оболочки; 9 – алейроновый слой; 10 – эндосперм; 11 – хохолок [41]

Удлинение первого междоузлия до 5 см свидетельствует о переходе в фазу трубкования. На этом этапе колос или метелка злака, выносятся наружу из влагалища верхнего флагового листа. После выколашивания или выметывания растение переходит к фазе цветения.

Согласно классификации по Г.В. Кореневу [42] образование зерна включает этапы: формирования, налива и созревания,

которые в свою очередь делятся на фазы. Формирование зерновки начинается в скором времени после оплодотворения. Сначала образуется зародыш, затем эндосперм. В течение 10 – 12 дней зерновкой достигается окончательная длина. Далее ее рост приостанавливается, и зерновка вступает в фазу налива или молочной спелости, при этом влажность зерна не превышает 40 %. В фазе восковой спелости влажность уже снижается до 36–25 %. В фазе полной спелости влажность снижается до 14 % (рис. 1.3.3.2.1).

### 3.2.1 Пшеница – общая биологическая характеристика

Род *Triticum* L. включает порядка двадцати семи видов. Производственное значение в первую очередь имеют *T. aestivum* – пшеница мягкая, *T. durum* – пшеница твердая. Выделяют озимые и яровые формы. Пшеница мягкая отличается рыхлым колосом, лицевая сторона которого превосходит боковую. Колосовые чешуи широкие, не полностью закрывающие цветковые. Твердая пшеница имеет длинные колосья, колосовые чешуи сильно закрывают колосковые. При этом зерно полностью погружено в колосковые чешуи. Зерно практически не имеет хохолка и стекловидное на изломе, колос плотный остистый. Имеет мочковатую корневую систему, стебель – соломину и линейный лист [16, 18, 41]. Строение колоса пшеницы представлено на рис. 1.3.3.2.1.1 [16].

Зерновки озимой пшеницы начинают прорастать при температуре 1 – 2°C. Однако, 12 – 15 °C более оптимальный диапазон температур. Ассимиляционный процесс начинается уже при температуре 3 – 4°C и возрастает с повышением температуры до 35–36 °C. Дальнейшее увеличение температуры подавляет этот процесс. При всходах в весенний период пшеница очень чувствительна к температурным перепадам и заморозкам. Во время перезимовки некоторые сорта пшеницы могут



Рисунок 1.3.3.2.1.1 – Анатомическое строение колоса пшеницы [16]

выдержать снижение температуры до – 25 –30°C, например, Мироновская 808 [32].

Пшеница в период прорастания требует достаточно высокой влажности почвы – около 40–60 % полной полевой влагоемкости (далее ППВ). Особенно интенсивное кушение наблюдается при уровне влажности почвы около 60 % ППВ. Недостаток влаги отрицательно

сказывается на кушении и формировании колоса. Обильное выпадение осадков весной только усиливают кушение. В среднем, наибольший расход влаги соответствует временному промежутку от весеннего пробуждения до колошения [31].

Оптимальными температурами для всходов яровой пшеница являются 8 – 10°C. Однако часто всходы могут повреждаться заморозками. Устойчивость к заморозкам формируется и повышается в период с третьего листа и до начала кушения. В фазе кушения яровой пшеницы оптимальной является температура 10 – 12°C, а для фазы колошения и налива зерна – 16 – 23°C, и для фазы созревания наиболее оптимальные температуры составляют 20 – 25°C. Яровой пшенице требуется достаточно много влаги в почве, особенно твердой, однако она более устойчива к атмосферной засухе. Наибольшая чувствительность к недостатку влаги у яровой пшеница проявляется в фазах трубкования, колошения и в период формирования, налива 14 зерна. Период вегетации мягкой яровой пшеницы составляет 85–105 дней, а твердой – 110–115 [18].

### 3.2.2 Ячмень – общая биологическая характеристика

Ячмень относится к роду *Hordeum* L., который включает тридцать однолетних и многолетних видов. Условно можно выделить три подвида ячменя: многорядный – *vulgare*; двурядный – *distichum* и промежуточный – *intermedium*. Многорядный ячмень характеризуется тем, что у него развиты три колоска. Несмотря на то, что многорядный ячмень представляет собой озимую культуру, он обладает небольшой устойчивостью к холоду и поэтому может возделываться в южных регионах. В случае двурядного развит средний колосок, это яровая форма, отличающаяся коротким вегетационным периодом. Промежуточный ячмень отличает наличие от одного до трех на каждом уступе колосового стержня. С морфологической точки зрения ячмень имеет много общего с рожью и пшеницей [16, 18, 65]. Схема анатомического строения показана на рис. 1.3.3.2.2.1 [75].

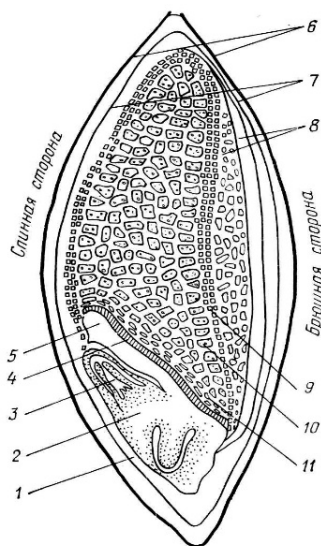


Рисунок 1.3.3.2.2.1 – Строение зерна ячменя: 1 и 2 – зародыши корешка и стебля соответственно; 3 – почечка зародыша; 4 – всасывающий эпителий; 5 – щиток; 6 – плодовая оболочка; 7 – плодовая и семенная оболочки; 8 – бороздки; 9 – клейковинный слой эндосперма; 10 – крахмальные клетки эндосперма; 11 – растворенный слой [75]

температура для этой фазы составляет 20 – 22°C. Для полного цикла развития ячменя у скороспелых сортов сумма эффективных температур должна составлять 1500°C, у позднеспелых сортов, вегетационный период которых составляет 100 – 120 дней необходимая сумма эффективных температур должна составлять до 2000 °C [75].

Зерновки ячменя начинают всходить уже при температуре 1 – 3°C. Более благоприятными условиями является температурный режим 15 – 20°C, в этом случае всходы появляются через 3 – 5 дней. Понижение температуры без необратимых губительных последствий для всходов ячменя возможно до –7°C, при более низких температурах или излишней влажности возможна задержка роста. Слишком высокая температура в фазе трубкования может отрицательно влиять на продуктивность. Оптимальная температура

В сравнении с другими ранними яровыми зерновыми культурами, ячмень менее требователен к влаге. Засухоустойчивость достигается наличием сильного воскового налета на листьях и колосе [18, 88].

Ячменю для получения высоких урожаев необходимы плодородные почвы с кислотностью близкой к нейтральной, так как он имеет относительно слабо развитую корневую систему и короткий период вегетации [18].

## II МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 1.1 Исследование влияния д.в. на физиологические особенности проростков зерновых

На базе лаборатории кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» Волгоградского государственного технического университета и лаборатории факультета биологии Варшавского университета проводили исследование влияния действующих веществ (далее д.в.) на всхожесть и морфологическое строение проростков.

Исследуемые д.в. были предоставлены компанией «Агро Эксперт Групп»:

- азоксистробин (химический класс стробилурины, фунгицид);
- протиоконазол и ципроконазол (химический класс триазолы, фунгицид);
- прохлораз (химический класс имидазолы, фунгицид);
- флудиоксонил (химический класс фенилпирролы, фунгицид);
- ацетамиприд (химический класс неоникотиноиды, инсектицид).

В цель исследования не входила практическая часть по изучению биологической эффективности инсектицида ацетамиприд. Негативное влияние ацетамиприда на всхожесть и рост растений в специальных опытах не выявлено. Исследования проводили в трех биологических повторностях, определяли средние значения, их ошибки и оценивали достоверность различий.

Для определения длины корней и побегов, сухой масса и дыхания растений после обработки д.в. отбирали зерновки пшеницы (*Triticum durum Desf.*) и ячменя (*Hordeum vulgare L.*) урожая 2013 г. Использование зерновок, хранившихся длительно, обеспечило достаточную степень развития в них фитопатогенных грибов и

снижение всхожести. Эти свойства зерновок необходимы для получения контрастирующих результатов. Для анализов в Варшавском университете отбирали зерновки пшеницы (сорт *Julius*) и ячменя (сорт *Gloria*) 2017 г. Данные зерновки не имели предпосевных обработок и были заведомо зараженные. Отобранные пробы массой по 10 г обрабатывали протравителями по схеме (табл. 3.1.1.3).

Для приготовления суспензии использовали растворитель – циклогексанон. Сухие д.в. навеской, приведенной в табл. 2.1.1.1, предварительно растворяли в 1000 мкл циклогексанона и доводили объем до 100 мл дистиллированной водой. Затем зерновки обрабатывали готовыми растворами в трех дозах, для опыта с сочетанием нескольких д.в. Для уточнения влияния циклогексанона готовили эмульсию, содержащую 1000 мкл циклогексанона и 99 мл воды, ей аналогично обрабатывали зерновки (контроль с циклогексаноном, на рисунках WC 0:0). Контролем служили необработанные зерновки или зерновки, опрыснутые чистой водой в количествах, соответствующих объему протравителя.

Таблица 2.1.1.1 – Схема опыта [8]

| № | Состав препарата           | Масса протравителя, г/т зерновок | Обозначения для диаграмм |
|---|----------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | Контроль – без обработки   | -                                | 0                        |
|   | Контроль с циклогексаноном | -                                | 0                        |
| 2 | Азоксистробин              | 35; 70; 175                      | 1; 2; 4                  |
| 3 | Протиоконазол              | 25; 50; 75                       | 1; 2; 4                  |
| 4 | Ципроконазол               | 62,5; 125; 187                   | 1; 2; 4                  |
| 5 | Прохлораз                  | 50; 100; 150                     | 1; 2; 4                  |
| 6 | Флудиоксонил               | 62,5; 125; 187                   | 1; 2; 4                  |

Всхожесть и энергию прорастания определяли по ГОСТ 12038-84 [35]. При учете энергии прорастания подсчитывали только нормально проросшие и явно загнившие зерновки, а при учёте всхожести отдельно подсчитывали нормально проросшие; набухшие, твердые, которые составили непроросшие зерновки и ненормально проросшие – невсхожие зерновки. За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов определения всхожести всех проанализированных проб.

Отбирали фракцию чистых выполненных зерновок. На каждый вариант брали по три пробы по 20 зерновок в каждой (всего 60 зерновок на один вариант). Проращивали рулонным методом на дистиллированной воде. Опыт выполняли в трех повторностях. Было проанализировано также две контрольных пробы: с дистиллированной водой и растворителем для фунгицидов – циклогексанолом.

На двух слоях бумаги размером 30 x 45 см ( $\pm 2$  см), смоченных дистиллированной водой, помещали зерновки по 20 штук на лист вдоль линии, расположенной в 2-3 см от верхней части листа. Зерновки покрывали сверху листом увлажненной бумаги того же размера, затем листы скручивали и помещали в вертикальное положение в термостат. Условия проращивания зерновок приведены в таблице 2.1.1.2.

Таблица 2.1.1.2 – Условия проращивания зерновок по ГОСТ 12038-84

| Вид растений | Температура, °С | Освещенность   | Энергия прорастания, сут. | Всхожесть, сут. |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------|
| Пшеница      | 20              | темнота / свет | 4                         | 8               |
| Ячмень       | 20              | темнота / свет | 3                         | 7               |

Через 8 суток проростки переносили в фитотрон для дальнейшего выращивания на свету. Условия для фитотрона: 25 °С / 22 °С с фотопериодом 16 часов света и 8 часов темноты, интенсивность света 200  $\mu\text{E m}^{-2} \text{c}^{-1}$ , относительная влажность 90  $\pm 1\%$  [104].

К всхожим относят нормально проросшие зерновки. К числу нормально проросших зерновок злаковых относят зерновки, имеющие хорошо развитые корешки (или главный зародышевый корешок), имеющие здоровый вид; первичные листочки, занимающие не менее половины длины coleoptilya, зерновки, имеющие не менее двух нормально развитых корешков размером более длины семени и росток размером не менее половины его длины с просматривающимися первичными листочками, занимающими не менее половины длины coleoptilya. К нормально проросшим зерновкам относят также проростки с небольшими дефектами: с незначительным поверхностным повреждением основных органов проростка, не затрагивающим проводящие ткани; с нормально развитыми органами, но загнившими в местах соприкосновения с больными проростками или зерновками (вторичное заражение) [8, 35].

К непроросшим зерновкам относят: набухшие зерновки, которые к моменту окончательного учета всхожести не проросли, но имеют здоровый вид и при нажиме пинцетом не раздавливаются, и такие зерновки многолетних бобовых трав (без плодовых оболочек), у которых выдавливаются здоровые семядоли; твердые зерновки, которые к установленному сроку определения всхожести не набухли и не изменили внешнего вида [35].

К невсхожим зерновкам относят:

1. загнившие зерновки с мягким разложившимся эндоспермом, почерневшим или загнившим зародышем и проростки с частично или полностью загнившими корешками, семядолями, почечкой, гипокотилем, эпикотилем;
2. ненормально проросшие зерновки, имеющие одно из следующих нарушений в развитии проростков:
  - 2.1 нет зародышевых корешков или их меньше установленной нормы, или они короткие, прекратившие рост, слабые, спирально закрученные, водянистые;
  - 2.2 главный зародышевый корешок укороченный, со вздутиями, остановившийся в росте, длинный нитевидный, веретенообразный, имеет продольную трещину или повреждение, затрагивающее проводящие ткани, водянистый, раздвоенный, сегментированный;
  - 2.3 coleoptиль пустой, имеет трещину, короче листьев, деформированный, отсутствует; первичные листочки занимают меньше половины coleoptили или обесцвечены, раздроблены или продольно расщеплены, веретенообразные, водянистые, обычно с короткими или прекратившими рост зародышевыми корешками;
  - 2.4 почечка отсутствует или загнившая [35].

Ранее проведенные исследования эффективности и фитотоксичности д.в. позволили сделать вывод о необходимости дальнейших исследований многокомпонентных фунгицидных смесей [13]. Сочетание д.в. выбрано исходя из теоретических данных о химических классах и механизмах действия, исследуемых д.в. Дозы и обозначения д.в. показаны в таблицах 2.1.1.1 и 2.1.1.3.



Таблица 2.1.1.3 – Варианты сочетаний и дозировок фунгицидов [97]

| Фунгициды  | Сочетание ципроконазола и флудиоксонила              |             |             |             |
|--|--|-------------|-------------|-------------|
| ципроконазол, флудиоксонил<br>(препарат Кинг Комби)                | CF 4:4   | CF 4:2      | CF 4:1      | CF 4:0      |
|  | CF 2:4   | CF 2:2      | CF 2:1      | CF 2:0      |
|  | CF 1:4   | CF 1:2      | CF 1:1      | CF 1:0      |
|  | CF 0:4   | CF 0:2      | CF 0:1      | W/B 0:0     |
|  |  |             |             | WC/BC 0:0   |
| азоксистробин, про-<br>тиоконазол, прохлораз<br>(препарат Квартет) | Сочетание азоксистробина, про-тиоконазола, прохлораз |             |             |             |
|  | APtPc 4:4:4  | APtPc 2:4:4 | APtPc 1:4:4 | APtPc 0:4:4 |
|  | APtPc 4:4:2  | APtPc 2:4:2 | APtPc 1:4:2 | APtPc 0:4:2 |
|  | APtPc 4:4:1  | APtPc 2:4:1 | APtPc 1:4:1 | APtPc 0:4:1 |
|  | APtPc 4:4:0  | APtPc 2:4:0 | APtPc 1:4:0 | APtPc 0:4:0 |
|  | APtPc 4:2:4  | APtPc 2:2:4 | APtPc 1:2:4 | APtPc 0:2:4 |
|  | APtPc 4:2:2  | APtPc 2:2:2 | APtPc 1:2:2 | APtPc 0:2:2 |
|  | APtPc 4:2:1  | APtPc 2:2:1 | APtPc 1:2:1 | APtPc 0:2:1 |
|  | APtPc 4:2:0  | APtPc 2:2:0 | APtPc 1:2:0 | APtPc 0:2:0 |
|  | APtPc 4:1:4  | APtPc 2:1:4 | APtPc 1:1:4 | APtPc 0:1:4 |
|  | APtPc 4:1:2  | APtPc 2:1:2 | APtPc 1:1:2 | APtPc 0:1:2 |
|  | APtPc 4:1:1  | APtPc 2:1:1 | APtPc 1:1:1 | APtPc 0:1:1 |
|  | APtPc 4:1:0  | APtPc 2:1:0 | APtPc 1:1:0 | APtPc 0:1:0 |
|  | APtPc 4:0:4  | APtPc 2:0:4 | APtPc 1:0:4 | APtPc 0:0:4 |
|  | APtPc 4:0:2  | APtPc 2:0:2 | APtPc 1:0:2 | APtPc 0:0:2 |
|  | APtPc 4:0:1  | APtPc 2:0:1 | APtPc 1:0:1 | APtPc 0:0:1 |
|  | APtPc 4:0:0  | APtPc 2:0:0 | APtPc 1:0:0 | W/B 0:0:0   |
|  |  |             |             | WC/BC 0:0:0 |

*Примечание.* W/B – пшеница или ячмень, WC/BC - пшеница или ячмень с циклогексаномом, соответственно.

После обработки д.в. проводили определение лабораторной всхожести согласно ГОСТ 12038-84 [35]. Для выяснения влияния препаратов на рост проростков определяли длину корневой системы, первого настоящего листа (побега); сухую массу зерновок, побегов и корней в возрасте 4, 8 и 12 суток для пшеницы и 3, 7 и 12 суток для ячменя; длину второго листа и содержание хлорофилла на 12 сутки.

Сухую массу измеряли гравиметрическим методом. Точность измерения до 0,1 мг после доведения до постоянной массы в сушильном шкафу при 105 °С.

Определяли соотношение флуоресценции хлорофилла и линейно с ним связанное содержание хлорофилла с помощью прибора Opti Science ССМ-300. Для измерения он использует коэффициент излучения флуоресценции хлорофилла при красной длине волны 700-710 нм и дальних значений от 730 нм до 740 нм с пиком на 735 нм.

## **2.1 Исследование влияния д.в. на интенсивность дыхания пшеницы**

Проведены исследования изменения интенсивности дыхания предварительно обработанных зерновок и проростков пшеницы. Определяли интенсивность дыхания по выделившемуся углекислому газу в двух биологических повторностях. Для этого анализа отбирали навески зерновок по 10 г и протравливали их д.в., исключая контрольный вариант. Далее обработанные зерновки помещали в чашки Петри на предварительно увлажненную фильтровальную бумагу. И проращивали в условиях темноты при 24 °С. По истечению 24 ч для проверки начала прорастания зерновок и набора достаточного уровня влаги – около 50-60% по отношению к общей массе, после удаления влаги с поверхности зерновок фильтровальной бумагой осуществляли их взвешивание. Далее зерновки помещали в герметичный контейнер объемом 450 мл при t 23-25°C с газоанализатором Бином-2В с оптическим инфракрасным сенсором. Измерения проводили в темноте в течение 70 минут, при этом фиксируя результаты каждые 10 минут с помощью веб-камеры, не открывая контейнер. За начальное значение принимали концентрацию углекислого газа через 10 мин, за конечное – через 70 мин в связи с адаптацией прорастающих семян и проростков. Интенсивность дыхания проростков анализировали в течение 7 суток. Определяли сухую массу зерновок. Интенсивность дыхания выражали в мг CO<sub>2</sub>·г сух. массы<sup>-1</sup>· час<sup>-1</sup> [10].

## **3.1 Исследование влияния д.в. фунгицидов на перекисное окисление липидов**

В связи с тем, что антиоксиданты в некоторых концентрациях могут негативно влиять на активность пероксидазы и переключать аэробные метаболические процессы на анаэробные. Поскольку это может снижать энергию прорастания и всхожесть семян, необходимо провести исследование влияния д.в. фунгицидов на перекисное окисление липидов (далее ПОЛ). В тоже время низкие концентрации субстратов пероксидазы способны увеличивать скорость протекания аэробных процессов, что приводит к выведению семян из состояния покоя, увеличивая скорость их всхожести [23].

Исследования проводили на зерновках пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Зерновки замачивали в дистиллированной воде в течение 24 ч, затем проращивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри при 23° С на свету в течение 7 суток, при необходимости смачивая их дистиллированной водой в объеме 10 мл на чашку Петри. Количество семян в одной чашке — 100 шт., повторность опыта 4-кратная.

Содержание малонового диальдегида (далее МДА) оценивали по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой при 532 нм,  $\epsilon=155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . Смесь нагревали на кипящей водяной бане в течение 10 мин. Охлаждение проводили при 15°С 30 мин. В контрольную пробу не вносили тиобарбитуровую кислоту (далее ТБК). Содержание МДА в проростках выражали в нмоль/г сухой массы [44, 62].

Для анализа продуктов ТБК 1 г сырой массы семян гомогенизировали в фарфоровой ступке с 3 мл 50%-ного раствора этанола, гомогенат центрифугировали 10 мин при 7000 g [73].

Анализ антиоксидантов проводили по установленной методике [5]. К 0,2 мл супернатанта последовательно добавляли 0,2 мл 0,5%-ного о-фенантролина в 96%-ном этаноле и 0,2 мл 0,2%-ного  $\text{FeCl}_3$  в 96%-ном этаноле. Затем объем доводили до 3 мл 96%-ным этанола и выдерживали в темноте 10 мин. Определение антиоксидантов проводили согласно калибровочному графику, построенному для кверцетина. Количество антиоксидантов рассчитывали в мг/г сухой массы.

Спектрофотометрические исследования проводили на двухлучевом спектрофотометре. В работе использовали этанол, очищенный перегонкой.

#### **4.1 Исследование возможности введения фитогормонов в состав протравителя**

Проведена оценка влияния отдельных фитогормонов и их аналогов в дозах 10, 20, 40, 60, 80 г/л готового протравителя. Норма расхода протравителя – 1,5 л/т зерна. Использована пшеница сорта Вестница. В качестве регуляторов роста применены ИМК – индолилмасляная кислота, аналог индолил-3-уксусной кислоты;ДФМ – дифенилмочевина, аналог кинетина; ГК – гибберелловая кислота, гиббе-

реллин Аз. Эти регуляторы роста вводили в состав готового протравителя в концентрациях, приведенных выше. Для оценки эффективности регулятора роста готовили водные растворы с указанными концентрациями регуляторов роста и обрабатывали ими зерно, применяя 1,5 л раствора на 1 т зерна.

## 5.1 Схемы полевых опытов

Исследования по изучению биологической эффективности и фитотоксичности протравителя Кинг Комби проводили в условиях полевых опытов в 2014-2016 гг. Исследования по изучению биологической эффективности и фитотоксичности протравителя Квартет проводили в условиях полевых опытов в 2016 – 2018 гг. Опыты закладывали в Ставропольском крае (Кочубеевский район, село Ивановское). Учетная площадь – 5 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Метеоусловия 2014 – 2018 гг. предоставлены по данным метеостанции СТПОБП Невинномысск.

Таблица 2.5.1.1 – Метеорологические данные вегетационного периода и характеристика почвы, Ставропольский край, 2014-2018 гг.

| Показатели                          |                 | Месяцы вегетации  |        |        |        |        | ГТК  |
|-------------------------------------|-----------------|---|--------|--------|--------|--------|------|
|                                     |                 | апрель  | май    | июнь   | июль   | август |      |
| Средняя многолетняя температура, °С |                 | 341,00  | 532,20 | 689,50 | 768,40 | 760,50 | 0,92 |
| Средние многолетние осадки, мм      |                 | 40,20   | 69,00  | 81,20  | 57,10  | 37,50  |      |
| 2014                                | Температура, °С | 179,80  | 403,20 | 494,40 | 642,90 | 692,40 | 1,14 |
|                                     | Осадки, мм      | 29,60   | 122,40 | 51,20  | 49,10  | 22,30  |      |
| 2015                                | Температура, °С | 95,30   | 360,40 | 525,30 | 572,30 | 633,70 | 0,76 |
|                                     | Осадки, мм      | 0,40  | 72,10  | 42,40  | 35,80  | 14,80  |      |
| 2016                                | Температура, °С | 254,00  | 330,00 | 510,60 | 549,70 | 633,60 | 1,22 |
|                                     | Осадки, мм      | 13,70   | 71,30  | 59,00  | 107,20 | 27,00  |      |
| 2017                                | Температура, °С | 115,00  | 366,60 | 485,40 | 587,20 | 644,30 | 1,31 |
|                                     | Осадки, мм      | 1,80  | 170,40 | 65,60  | 41,50  | 8,90   |      |
| 2018                                | Температура, °С | 186,80  | 420,10 | 609,10 | 645,20 | 630,10 | 0,60 |
|                                     | Осадки, мм      | 1,20  | 43,40  | 0,30   | 73,70  | 29,70  |      |
| Характеристика почвы                |                 | Темно-каштановая, суглинистая с содержанием гумуса 3,5—5%, рН 7,0—7,5 |        |        |        |        |      |

Обработку зерновок проводили с помощью машины для влажного протравливания малых партий семян Неге 11 однократно. Расход рабочего раствора – 10 л/т. Удобрения не вносили. Схема полевого опыта представлена в табл. 2.5.1.2.

Посев проводили в оптимальные сроки при прогревании почвы в посевном слое до 10°С (табл. 2.5.1.1) и норме высева 180 кг/га. На основании данных табл.

2.5.1.1 рассчитан гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК). Согласно классификации Г.Т. Селянинова данная местность занимает место между зоной обеспеченного увлажнения (1.0–1.3) и засушливой (0.7–1.0).

Таблица 2.5.1.2 - Схема полевого опыта

| № | Вариант                                   | Сокращение   | Норма расхода препаратов, л/т |
|---|---|--------------|-------------------------------|
| 1 | Контроль (без обработки семян)            | Контроль     | -                             |
| 2 | Обработка семян Селест Топ, КС (эталон)   | Селест Топ   | 1,5                           |
| 3 | Обработка семян Кинг Комби, КС 1,2        | CF 1,2       | 1,2                           |
| 4 | Обработка семян Кинг Комби, КС 1,3        | CF 1,3       | 1,3                           |
| 5 | Обработка семян Кинг Комби, КС 1,5        | CF 1,5       | 1,5                           |
| 6 | Обработка семян Сценик Комби, КС (эталон) | Сценик Комби | 1,5                           |
| 7 | Обработка семян Квартет, КС 1,0           | APtPc 1,0    | 1,2                           |
| 8 | Обработка семян Квартет, КС 1,2           | APtPc 1,2    | 1,3                           |
| 9 | Обработка семян Квартет, КС 1,5           | APtPc 1,5    | 1,5                           |

В период вегетации пшеницы и ячменя были проведены фенологические наблюдения за их ростом и развитием, которые сопровождались осуществлением необходимых учетов, показанных в табл. 2.5.1.3.

Таблица 2.5.1.3 – Методы проведения исследований

| № | Показатель                                  | Срок проведения                                  |
|---|---|--|
| 1 | Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup> | В фазы кушения Z 21 и образования 2-го узла Z 32 |
| 2 | Кустистость общая и продуктивная            | При созревании                                   |
| 3 | Масса зерна с 1 колоса, г                   | После уборки                                     |
| 4 | Масса 1000 зерен, г                         | После уборки                                     |
| 5 | Фитозэкспертиза семян, %                    | Перед посевом                                    |
| 6 | Патогенная микобиота, %                     | Фазы всходы и созревание                         |
| 7 | Учет урожайности                            | После уборки                                     |

## 6.1 Статистическая обработка результатов

Для обработки результатов рассчитывали среднюю арифметическую, среднее квадратическое отклонение, ошибку репрезентативности средней арифметической. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента [89]. Существенность различий урожая в отдельных вариантах оценивали по НСР<sub>05</sub>. Строили диаграммы размаха (способ визуального представления групп числовых данных через квартили). Для визуализации разницы между повторностями и вариантами применяли сингулярное разложение (Singular Value Decomposition, SVD) – разложение вещественной матрицы с целью ее приведения к каноническому виду (Приложение

П1.3, П1.4). Оно показывает геометрическую структуру матрицы и позволяет наглядно представить имеющиеся данные. Разницу между всеми вариантами визуализировали через «тепловые карты» (англ. heatmap) – графическое представление данных, где индивидуальные значения в таблице отображаются при помощи цвета (Приложение П1.1, П1.2, П1.5, П1.6).

## III РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

### 1.1 Разработка препарата Кинг Комби

Кинг Комби [60] разработан совместно с ООО «Агро Эксперт Групп» как универсальный протравитель для защиты зерновых колосовых и картофеля от комплекса вредителей и болезней. Кинг Комби эффективен против широкого спектра почвенной и семенной инфекции, а также против комплекса почвообитающих и ранних листовых вредителей зерновых и картофеля. Состав препарата приведен в таблице 3.1.1.1. Период защитного действия ограничивается фазой активного прироста биомассы. Кинг Комби защищает зерновые до конца кущения (ВВСН 29) [48], картофель находится под защитой протравителя от болезней в течение 4 недель и от вредителей в течение 8 недель.

Дополнительно содержит 4-хлорфенилуксусную кислоту, и алкилполисахарид (полиглюкозид) с длиной алкильной группы от 8 до 10 атомов углерода и вспомогательные добавки. В качестве вспомогательных добавок состав может содержать воду, антифриз, смачиватель–прилипатель, краситель жидкий, диспергирующие агенты, стабилизатор и биоцид. Состав приведен в таблице 3.1.1.1.

Эффективность против фитопатогенных грибов обеспечивается за счет сочетания двух фунгицидов: флудиоксонила и ципроконазола. Флудиоксонил сдерживает корневые гнили, снежную плесени на зерновых, фузариоз и ризоктониоз на картофеле. Ципроконазол действует на все виды головни, плесневение семян, в том числе альтернариоз, септориоз (раннюю аэрогенную инфекцию), а также серебристую паршу картофеля. При этом, при нанесении на семена и клубни проникает в проросток и по мере его роста распространяется в растении акропетально [1].

Таблица 3.1.1.1 – Состав препарата Кинг Комби[8, 60]

| №  | Компоненты  | Составы в г/л |
|----|---|---------------|
| 1  | Ацетамиприд   | 100           |
| 2  | Флудиоксонил  | 34            |
| 3  | Ципроконазол  | 8,3           |
| 4  | 4-хлорфенилуксусная кислота   | 0,1           |
| 5  | Алкилполисахарид – Atlox AL 2575  | 50            |
| 6  | Блок-сополимер этиленоксида и пропиленоксида – Tensiofix DB08                     | 20            |
| 7  | Аминная соль тристирилфенилполигликолевого эфира фосфорной кислоты – Soprophor FL | 20            |
| 8  | Пропиленгликоль   | 40            |
| 9  | Краситель жидкий (Родамин Б 30% водный р-р)                                       | 50            |
| 10 | Пента 465   | 1             |
| 11 | Rhodopol 23   | 3             |
| 12 | Proxel GXL  | 2             |
| 13 | Поливиниловый спирт (10% водный раствор)  | 40            |
| 14 | Вода  | остальное     |

Эффективность против вредителей обусловлена наличием системного инсектицида – ацетамиприда, который имеет контактно-кишечный эффект. Преимущественно защищает от почвообитающих и ранних листовых вредителей. В организме насекомого ацетамиприд блокирует передачу нервного импульса на уровне ацетилхолинового рецептора постсинаптической мембраны. Таким образом, сначала вредители перестают питаться и двигаться, после чего погибают от нервного перевозбуждения. Гибель вредителей наступает в течение нескольких часов.

Обработку семян с увлажнением проводят непосредственно перед посевом или заблаговременно (до 1 года). Для приготовления рабочего раствора жидкость готовят в смесительном баке протравочной машины. Норма расхода представлена в таблице 3.1.1.2.

Таблица 3.1.1.2 – Нормы расхода препарата Кинг Комби

| Вид                    | Норма расхода, л/т |                       |
|------------------------|--------------------|-----------------------|
|                        | препарата          | рабочего раствора     |
| Пшеница яровая         | 1,2-1,5            | 10                    |
| Пшеница озимая         | 1,3-1,5            |                       |
| Ячмень яровой и озимый | 1,2-1,5            |                       |
| Картофель              | 0,4                | 25 (во время посадки) |

### 1.1.1 Влияние ципроконазола и флудиоксонила на всхожесть и рост проростков

Для уточнения доз действующих веществ ципроконазола и флудиоксонила в комплексном препарате Кинг Комби и их влияния на зараженность проростков

пшеницы (эффективности) и влияния на рост проростков (фитотоксичности) были проведены исследования действия смеси д.в [11, 13]. Результаты приведены на рис. 3.1.1.1.1.

Как видно из рис. 3.1.1.1.1, на 4 сутки в контроле энергия прорастания (нормально проросшие зерновки) составила 90%, а зараженных 10%. В варианте с циклогексаноном (WC 0:0) количество нормально проросших составило 94%, зараженных и аномальных по 3%.

Под действием ципроконазола энергия прорастания линейно увеличивалась с увеличением дозы от 95% до 98%. Под действием флудиоксонила энергия прорастания превышала контроль только в варианте CF 2:0 (96%). Под действием ципроконазола достигнут более выраженный положительный эффект, чем под действием флудиоксонила.

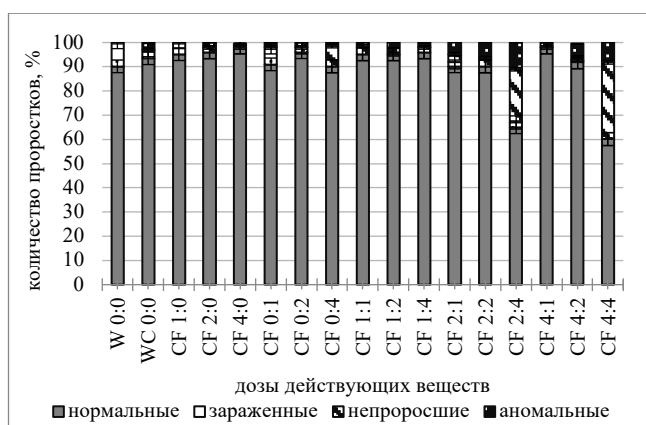


Рисунок 3.1.1.1.1 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на энергию прорастания зерновок пшеницы на 4 сутки

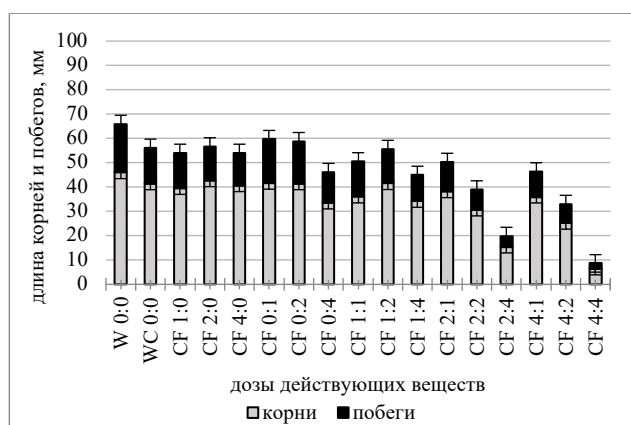


Рисунок 3.1.1.1.4 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на длину корней и побегов пшеницы на 4 сутки [8]

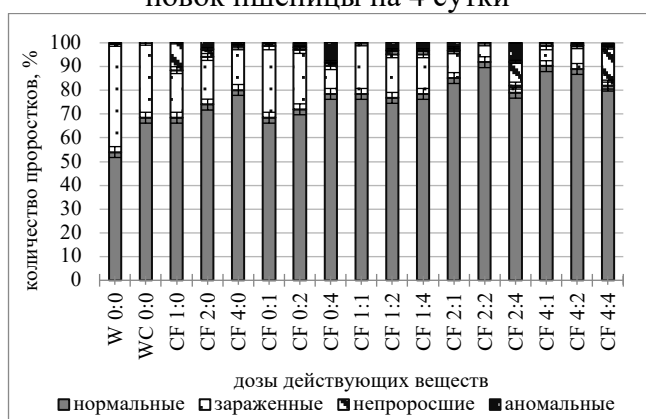


Рисунок 3.1.1.1.2 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на всхожесть зерновок пшеницы на 8 сутки [8, 97]

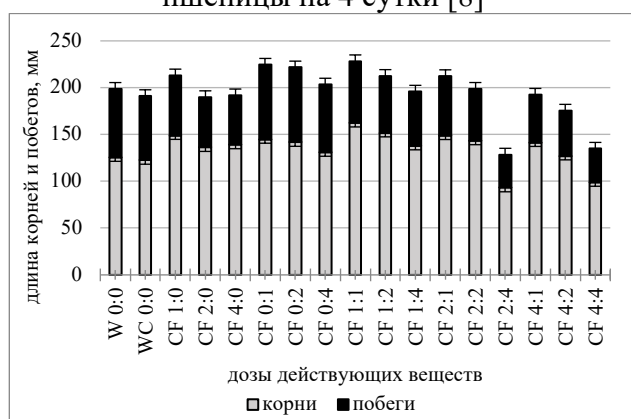


Рисунок 3.1.1.1.5 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на длину корней и побегов пшеницы на 8 сутки [8]



При обработке семян в соотношении CF 1:1 энергия прорастания составила 95%, CF 1:2 – 95%, CF 1:4 – 96%. Под действием средней дозы ципроконазола (CF 2:1 и 2:2) энергия прорастания соответствовала контролю. Отсутствовали зараженные проростки, но увеличилось количество аномальных. При увеличении доли флудиоксонила CF 2:4 резко снизилась всхожесть (65%) за счет непроросших и аномальных. При воздействии на семена максимальной дозы ципроконазола с долей флудиоксонила CF 4:1 энергия прорастания достигла 98%. Под действием смеси CF 4:2 энергия прорастания составила 92%, а при совместном действии максимальных доз CF 4:4 получено только 60% нормально проросших семян, 32% непроросших и 8% аномальных.

Тенденция увеличения аномальных проростков связана с увеличением доз фунгицидов. На начальных этапах роста высокие дозы фунгицидов тормозят прорастание семян, поэтому необходимо исследование этих показателей в динамике.

На 8 сутки в контроле всхожесть составила 54% (рис. 3.1.1.1.2). Было наибольшее количество зараженных проростков – 46% в контрольном варианте. Под действием ципроконазола всхожесть увеличивалась от 68% до 80% при увеличении дозы, а количество зараженных проростков составляло 18-20%. Количество аномальных проростков было невелико [8, 97].

Под действием флудиоксонила всхожесть возрастала от 68% до 78%, число зараженных проростков снижалось от 30 до 12%, количество аномальных и непроросших не изменилось существенно [6].

Всхожесть под влиянием соотношения CF 1:1 – 1:4 составила 77-78%, 17- 22% – зараженные. Количество аномальных проростков соответствовало контролю.

При обработке ципроконазолом и флудиоксонилом в соотношении CF 2:1 и 2:2 всхожесть увеличилась до 85% - 92%, снизилось количество зараженных и аномальных проростков. нормально проросших, 12% зараженных, 3% аномальных. Под влиянием CF 2:4 всхожесть снизилась до 79%, зараженных всего 3%, а количество аномальных проростков возросло до 8% [97].

При действии максимальной дозы ципроконазола CF 4:1 и 4:2 всхожесть составляла 89-90%, было 8-10% зараженных. Совместное действие максимальных

доз двух фунгицидов привело к некоторому снижению всхожести до 82%; полностью отсутствовали зараженные проростки.

Обработка фунгицидами способствует увеличению всхожести и энергии прорастания. С увеличением доз д.в. наблюдали рост количества нормальных проростков по сравнению с контролем и более низкими дозами. Все аномалии проявились в виде отсутствия побега (при наличии корня), слабых корней. Один из лучших результатов выявлен при соотношении CF 2:2.

Следует отметить, что в большинстве случаев всхожесть была ниже, чем энергия прорастания из-за увеличения количества зараженных проростков. Исключения составили CF 2:2, 2:4 и 4:4. В этих вариантах всхожесть увеличилась по сравнению с контролем.

Как видно из рис. 3.1.1.1.4, длина корней в контрольном варианте составила 46 мм, а побегов 20 мм. Под действием ципроконазола CF длина корней снизилась незначительно во всех дозах, а длина побегов – более значительно (13-15 мм) [8, 13].

Под влиянием минимальной и средней дозы флудиоксонила длина побегов снизилась не так существенно, как под действием ципроконазола (13-18 мм), более высокие дозы ингибировали рост. Длина корня снизилась более значительно, чем под действием ципроконазола [6].

При влиянии CF 1:1 и 1:2 длина корней соответствовала контролю, несколько снизилась при CF 1:4. Длина побегов уменьшилась существенно. При действии CF 2:2 и 2:4, ингибирование роста было выражено еще сильнее. Дозы CF 4:1 обладали меньшей фитотоксичностью, но она усиливалась при увеличении дозы до CF 4:2 и 4:4.

Таким образом, по отдельности препараты угнетают практически в равной степени рост побегов и в меньшей степени влияют на длину корней. Близки к контролю соотношения CF 0:1, CF 0:2, CF 1:1 и CF 1:2.

На 8 сутки (рис. 3.1.1.1.5) в контроле длина корней составила 126 мм, а побегов 73 мм. Под влиянием ципроконазола CF 1:0, 2:0, 4:0 длина корней превышала контроль, побегов – была незначительно ниже контроля, что заметно отличалось от

результатов измерений на 4 сутки.

Под действием минимальной и средней доз флудиоксонила выявлено усиление роста корня и побега, а длина корня и побега при обработке максимальной дозой практически соответствовала контролю. Наблюдается стимулирующий эффект малых доз.

Длина корней проростков, обработанных д.в. при соотношении CF 1:1, 1:2 и 1:4 превышала контроль, особенно под влиянием меньших доз. Длина побегов была несколько меньше, чем в контроле (58-66 мм). Аналогичные изменения отмечены при действии CF 2:1 и 2:2. Торможение роста выявлено под действием соотношения CF 2:4. При обработке CF 4:1 длина корней была больше, чем в контроле, но при увеличении доли флудиоксонила рост корня был подавлен. Все смеси CF 4:1, 4:2 и 4:4 подавляли рост побегов.

В возрасте 4 суток протравитель подавлял рост во всех соотношениях CF, кроме 0:1 и 0:2. На 8-е сутки выявлено ростостимулирующее действие протравителей с соотношением CF 1:0, 0:1, 0:2, 1:1, 1:2, 2:1 [8]. Протравитель CF 2:4 с наилучшим фунгистатическим действием (рис. 3.1.1.1.3) обладал наибольшим ретардантным эффектом.

На данном этапе исследования наблюдали эффект малых доз. Смеси с максимальной дозой ципроконазола обладали меньшей фитотоксичностью. Этот эффект может быть связан с более полным подавлением метаболизма грибов, заражающих проросток. Под действием высоких доз д.в. наступает гибель гриба и прекращается синтез токсичных веществ грибом.

Из рис. 3.1.1.1.6 видно, что на 12 сутки длина корней в контроле увеличивается до 180 мм, а побегов до 109 мм. В целом, на 12 сутки длина корней у обработанных образцов близка к контрольным, за исключением максимальных доз CF 4:4 и низких концентраций, где присутствовал эффект малых доз. В связи с этим, длина побегов на этом этапе более показательна. Сниженная длина побегов, по сравнению с контролем, наблюдается при соотношениях: CF 4:0, CF 2:2, CF 2:4, CF 4:1, CF 4:2, CF 4:4 [8].

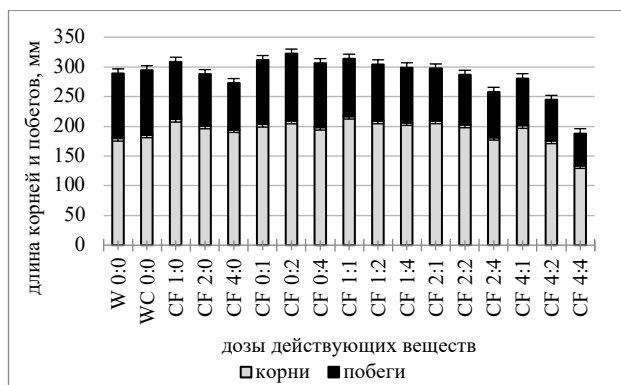


Рисунок 3.1.1.1.6 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на длину корней и побегов пшеницы на 12 сутки



Рисунок 3.1.1.1.7 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на длину второго листа пшеницы на 12 сутки

После фазы 2-3 листа рост пшеницы в высоту замедляется [65]. Определена длина второго листа пшеницы (рис. 3.1.1.1.7). Микростадия ВВСН 12 наступает, когда разворачивается второй настоящий лист и показывается верхушка 3-го листа. Длина второго листа больше, чем длина последующих 3-го и 4-го листьев. Известно в частности, что признак «длина второго листа» можно использовать при оценке озимой пшеницы по признаку «морозостойкость».

Отмечаются наиболее длинные побеги при низких дозах. Длина второго листа в контрольном варианте составила 36 мм. При обработке минимальной дозой ципроконазола длина второго листа достигла 41 мм и далее она уменьшалась с увеличением дозы. Новый пик был отмечен под влиянием минимальной дозы флудиоксонила: 41 мм. Под действием средней и максимальной дозы получены результаты близкие к контролю. Наибольшая длина второго листа выявлена под влиянием CF 1:1 – 45 мм. При обработке CF 1:2 и CF 1:4 длина второго листа несколько уменьшилась, но также была выше контроля. Под действием CF 2:1 длина была близка к контролю и начала снижаться с увеличением дозы. Наиболее низкие результаты получены при обработке соотношениями CF 4:2 и CF 4:4. Эти показатели подтверждают результаты, полученные при исследовании длины и корней проростков.

Аналогичные эксперименты проведены для ячменя. Результаты экспериментов показаны на рисунках и в таблицах ниже.

Как видно из рис. 3.1.1.1.8, на 3 сутки наибольшая часть непроросших зерновок ячменя наблюдается в вариантах CF 1:4, CF 2:4, CF 4:2 и CF 4:4. Наибольшее

количество нормально проросших семян проявилось при дозировках CF 0:1, CF 0:2, CF 1:1 – эффект малых доз, а также CF 2:1 и CF 2:2. Зараженные проростки проявляются в небольшом количестве, преимущественно в контроле, как и у пшеницы.

На 7 сутки (рис. 3.1.1.1.9) зараженные проростки проявляются почти во всех вариантах, кроме CF 4:2 и CF 4:4. Количество нормально проросших семян ячменя увеличивается по сравнению с 3 сутками при более высоких концентрациях и сокращается при более низких. Это связано с тем, что среди необработанных и недостаточно обработанных (низкие концентрации) увеличивается число зараженных проростков. В то время как, у семян под действием более высоких доз фунгицидов несколько увеличивается время всхожести, но к 7 суткам это торможение роста проявляется уже не так значительно, как на начальных этапах роста. Проявившиеся аномалии, аналогичны результатам на пшенице: отсутствие или слабое развитие побега (при наличии корня), слабые корешки, загнившие почечки.

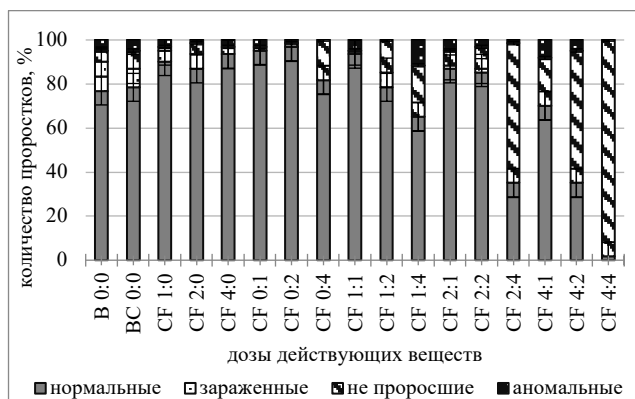


Рисунок 3.1.1.1.8 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на энергию прорастания семян ячменя на 3 сутки

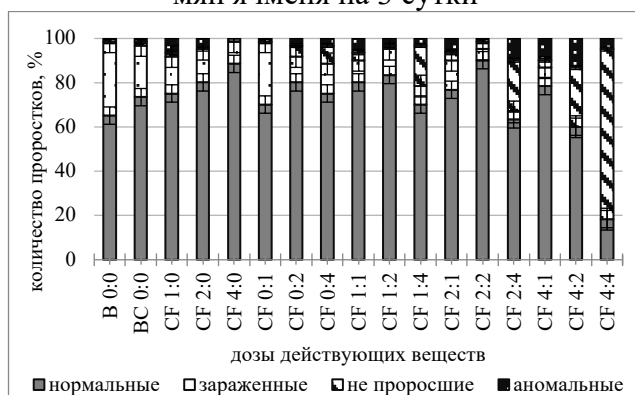


Рисунок 3.1.1.1.9 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на всхожесть ячмень на 7 сутки

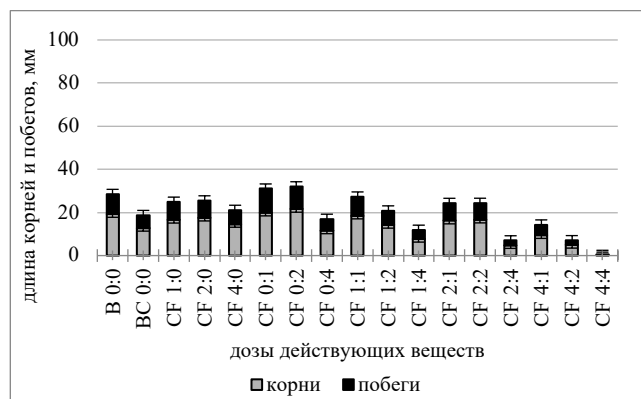


Рисунок 3.1.1.1.11 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на длину корней и побегов ячменя на 3 сутки

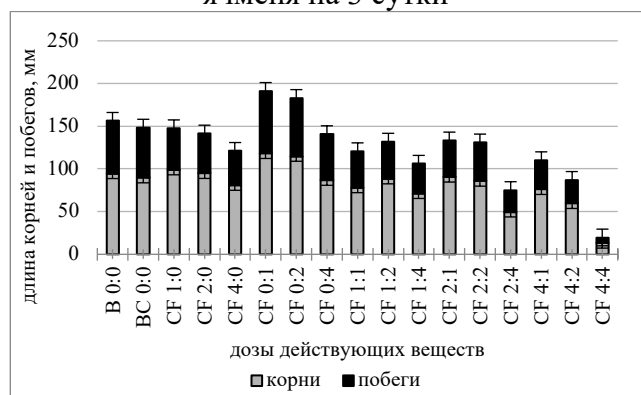


Рисунок 3.1.1.1.12 – Влияние ципроконазола и флудиоксонила на длину корней и побегов ячменя на 7 сутки

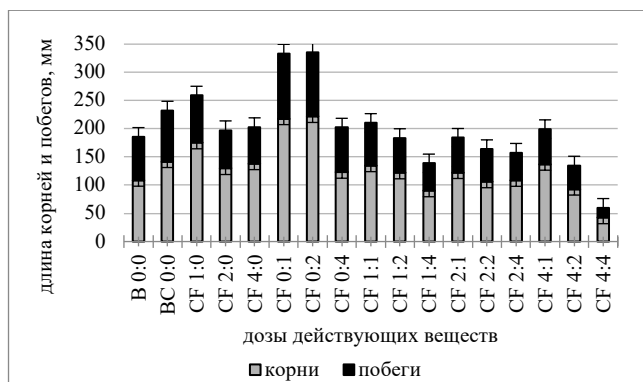


Рисунок 3.1.1.1.13 – Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на длину корней и побегов ячменя на 12 сутки

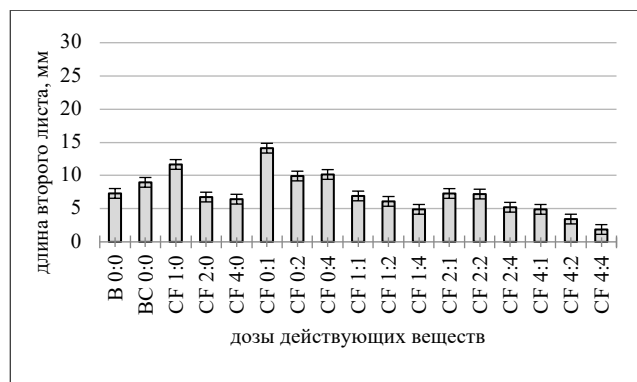


Рисунок 3.1.1.1.14 – Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на длину второго листа ячменя на 12 сутки

Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на длину корней и побегов ячменя отражено на рис. 3.1.1.1.11. Кроме контроля, наиболее длинные корни и побеги отмечаются при концентрациях CF 0:1, CF 0:2, CF 1:1, CF 2:1 и CF 2:2. Показатели значительно ниже контрольных получены в вариантах CF 1:4, CF 2:4, CF 4:2, CF 4:4. В целом, влияние на этом этапе ципрофлоксацина и флудиоксонила на ячмень аналогично их действию на пшеницу [6].

На 7 сутки (рис. 3.1.1.1.12) наиболее высокие показатели остались при CF 0:1, CF 0:2. В то время как CF 1:1, CF 2:1 и CF 2:2 стали меньше по отношению к контролю. Проростки, обработанные при концентрациях CF 1:4, CF 2:4, CF 4:1, CF 4:2 и CF 4:4 значительно ниже контроля, как и на 3 сутки.

Согласно рис. 3.1.1.1.13, у ячменя под действием ципрофлоксацина и флудиоксонила проявляется эффект малых доз, так как варианты минимальных концентраций (CF 1:0, CF 0:1, CF 0:2) значительно превышают показатели контроля.

Как видно из рис. 3.1.1.1.14, наибольшая длина второго листа отмечается также при малых дозах. Сравнивая показатели в вариантах CF 2:0, CF 4:0 и CF 0:2, CF 0:4, удалось установить, что по отдельности ципрофлоксацин сильнее угнетает ячмень, чем флудиоксонил. CF 2:2, CF 2:1 практически не имеют различий с контролем. CF 2:4 и CF 4:1 имеют небольшие различия. Максимальная концентрация была наиболее фитотоксичной по отношению к ячменю.

### **1.1.2 Влияние ципроконазола и флудиоксонила на сухую массу проростков**

На 4 сутки (рис. 3.1.1.2.1) масса зерновок в контрольном варианте составила 738,5 мг, масса корней – 45,8 мг и побегов – 59,1 мг. В процессе прорастания запасные питательные вещества мобилизуются из зерновки в растущий проросток. Начало роста проростка происходит в темноте за счет запасных питательных веществ – т.н. гетеротрофный рост. Часть запасных веществ расходуется на дыхание, поэтому общая масса проростка и зерновки уменьшается. Фитопатогенные грибы также используют запасные вещества зерновки и проростка.

Под влиянием минимальной дозы ципроконазола по сравнению с контролем масса зерновок и побегов снизилась. Вероятно, было усилено дыхание проростков для преодоления биотического и абиотического стресса. При обработке средней дозой ципроконазола масса зерновок и корней была выше контроля. При обработке максимальной дозой ципроконазола массы зерновок и корней незначительно отличались от контроля, масса побегов ниже.

При обработке минимальной дозой флудиоксонила массы частей проростка были ниже контроля, под влиянием средней дозы флудиоксонила массы частей проростка были близки к контролю. При обработке максимальной дозой отмечены высокие массы зерновок и низкие массы побегов и корней. Это указывает на повреждение донорно-акцепторных взаимоотношений.

Массы побегов при обработке дозами CF 1:1 и 1:2 были ниже контроля, масса зерновок и корней выше контроля. Под действием доз CF 1:4 масса зерновок значительно выше контроля, а массы корней и побегов – ниже. При влиянии CF 2:1 масса зерновок незначительно выше контроля, масса корней и побегов ниже контроля. При действии CF 2:2 массы всех показателей ниже контроля. При влиянии соотношения CF 2:4, масса зерновок значительно выше контроля, а массы корней и побегов – одни из самых низких. Массы частей проростков после обработки CF 4:1 близки к контролю. Аналогичные результаты получены при CF 4:2. Под влиянием максимальных доз фунгицидов CF 4:4 питательные вещества зерновки не обеспечили рост проростка.

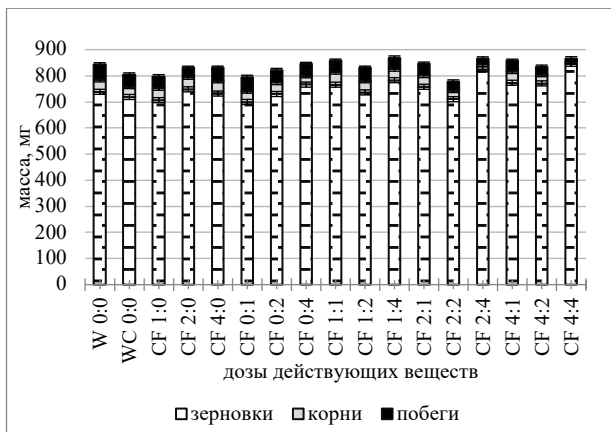


Рисунок 3.1.1.2.1 – Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на сухую массу частей проростка пшеницы на 4 сутки, мг

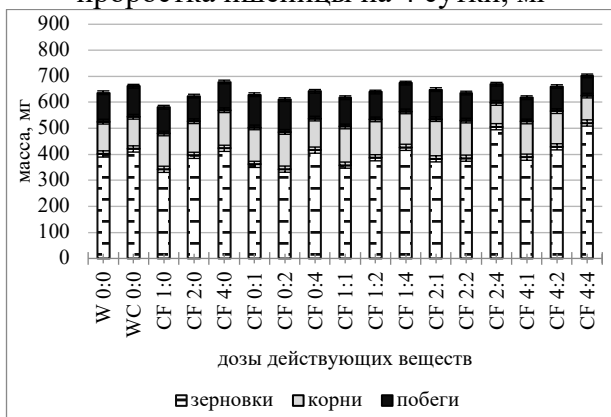


Рисунок 3.1.1.2.2 – Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на сухую массу частей проростка пшеницы на 8 сутки, мг

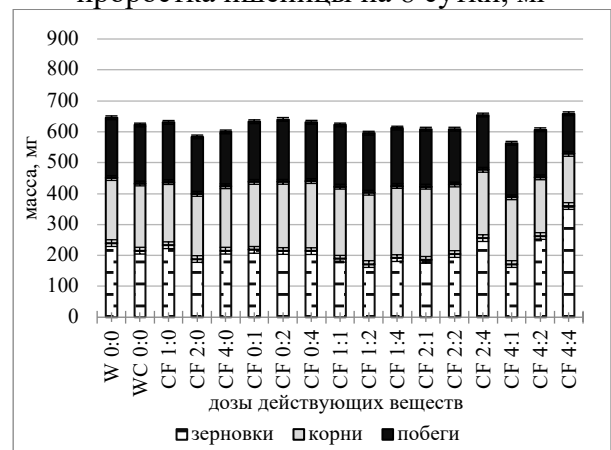


Рисунок 3.1.1.2.3 – Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на сухую массу частей проростка пшеницы на 12 сутки

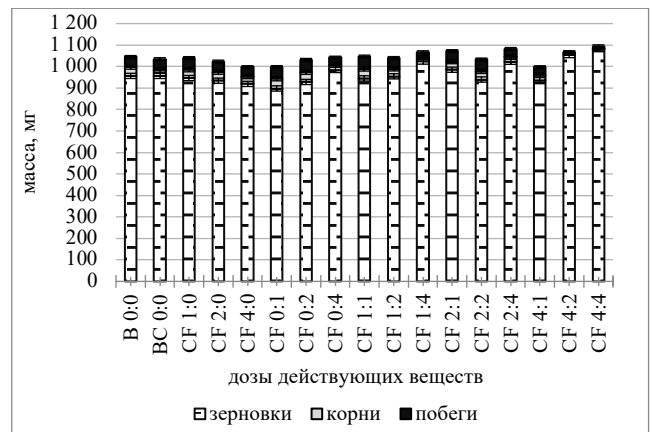


Рисунок 3.1.1.2.4 – Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на сухую массу частей проростков ячменя на 3 сутки

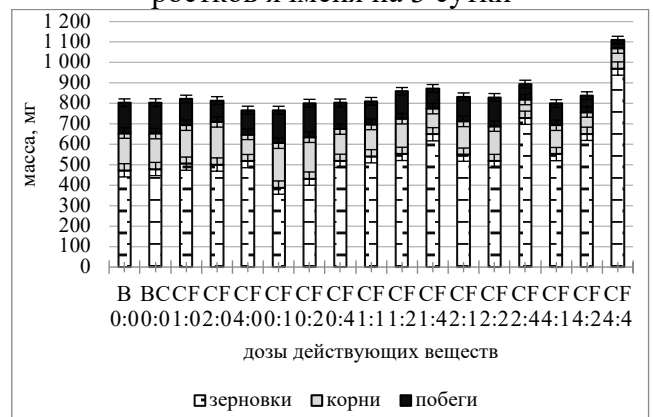


Рисунок 3.1.1.2.5 – Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на сухую массу частей проростков ячменя на 7 сутки

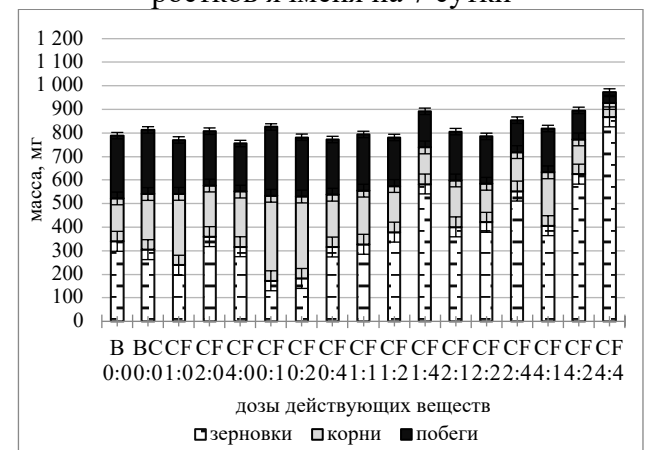


Рисунок 3.1.1.2.6 – Влияние ципрофлоксацина и флудиоксонила на сухую массу частей проростков ячменя на 12 сутки

Как видно на рис. 3.1.1.2.2, на 8 сутки в контроле масса зерновок сокращается по сравнению с результатами на 4 сутки, а массы корней и побегов увеличиваются. Это связано с расходом питательных веществ на рост. В большинстве вариантов массы корня и побега приближаются к значениям контроля.



На 8 сутки тенденция под влиянием ципроконазола сохранялась. Под действием минимальной и средней доз уменьшились массы зерновок и побегов, и возросла масса корней по сравнению с контролем. При действии максимальной дозы ципроконазола массы зерновок и корней выше контроля, побегов – ниже. При действии минимальной и средней доз флудиоксонаила, в отличие от результатов на 4 сутки, массы зерновок ниже, а массы корней и побегов выше контроля. Результаты, полученные при действии максимальной дозы, близки к показателям контроля.

При влиянии CF 1:1 и 1:2 масса корней значительно выше контроля, а масса зерновок и побегов – ниже. Масса зерновок и корней при действии CF 1:4 выше контроля. Под действием CF 2:1 была наиболее высокая масса корней, масса побегов также выше контроля, а масса зерновок – ниже. Происходила эффективная мобилизация запасных веществ. Результаты, полученные под действием CF 2:2, схожи с CF 2:1. При обработке CF 2:4 распределение сухого вещества было аналогично таковому на 4 сутки: высокая масса зерновок и низкие массы корней и побегов. Результаты, полученные под действием CF 4:1, близки к контролю. При действии CF 4:2 масса побегов ниже контроля. Под действием максимальных доз CF 4:4 масса зерновок существенно превышала контроль, а накопление массы проростком было заторможено.

Наиболее неблагоприятными были CF 2:4 и CF 4:4, где масса зерновок значительно превышала контроль; в этих вариантах было большое количество непроросших и ингибированных проростков. Питательные вещества из зерновок расходовались в меньшей степени по сравнению с вариантами с низкими концентрациями и контролем. Масса побегов и корней в этих вариантах также наиболее низкая. В целом, влияние д.в. на длину и массу побегов и корней пшеницы аналогично.

На 12 сутки (рис. 3.1.2.3 и табл. 3.1.2.3) на свету в контроле массы корней и побегов практически удвоились, а масса зерновок снизилась вдвое по сравнению с 8 сутками. В большинстве вариантов показатели массы практически выровнялись с показателями контроля.

Показатели массы корней и побегов, под влиянием соотношения CF 1:1, выше контроля. При влиянии CF 1:2 и 2:2 установили самую низкую массу зерновок,

масса корней и побегов была близкой к контролю. Как и предыдущие дни исследований, под действием соотношения CF 2:4 была высокая масса зерновок и низкая масса побегов. Под влиянием доз CF 4:1 массы зерновок и побегов ниже контроля, а корней выше. При влиянии CF 4:2 массы корней и побегов ниже контроля. Под действием максимальных доз фунгицидов CF 4:4 установлена наиболее высокая масса зерновок и самые низкие массы корней и побегов.

У ячменя на 3 и 7 сутки (рис. 3.1.1.2.4 – 3.1.1.2.5), как и у пшеницы, в вариантах с наиболее угнетенными проростками отмечается более высокая масса зерновок и сниженная масса корней и побегов. Полученные результаты коррелируют с показателями длины побегов и корней ячменя. Основная часть сухого вещества на 3 сутки приходится на зерновки. Наименьшая масса корней и побегов отмечена в вариантах CF 2:4, CF 4:1, особенно в CF 4:2 и CF 4:4.

У ячменя на 12 сутки (рис. 3.1.1.2.6), установлено что по наименьшие изменения массы проростка по сравнению с контролем были под действием CF 2:1, CF 2:2, CF 4:1. Подтверждаются выводы об эффекте малых доз, сделанные на основании анализа длины побегов и корней ячменя под действием фунгицидов.

Под влиянием CF 2:4, CF 4:1 и CF 4:4 также установлены более высокие массы зерновок по сравнению с контролем и более низкими дозами фунгицидов. Фитотоксичное действие фунгицидов наиболее четко прослеживается на начальных этапах роста проростков.

На основании полученных результатов проведен дисперсионный анализ, посчитаны стандартные ошибки среднего, представленные на всех графиках. Построены тепловые карты для пшеницы и для ячменя с помощью Python (Приложение 1). Тепловая карта представляет собой матричное представление данных, в котором каждое значение отображается при помощи определенного цвета. Каждой величине соответствует свой цвет, а матрица индексов сопоставляет 2 элемента или их характеристики. Тепловые карты показывают связи нескольких переменных между собой, отображая их величины в виде определенных цветов. Также, посмотрев на другие точки на тепловой карте, можно увидеть, как в наборе данных одна связь

сравнивается со всеми другими. Именно цвета позволяют быстро проанализировать данные, так как такое обозначение является интуитивно-понятным [128]. Для построения представленных в приложениях тепловых карт подготовлены наборы данных, содержащие результаты по измерениям длин побегов, корней, второго листа и содержания хлорофилла в трех повторностях за соответствующие дни исследований для каждой дозы. На тепловых картах в приложениях 1 и 2 сравниваются результаты каждого соотношения друг с другом и места наименьшего расхождения обозначены темным цветом, в то время как места с наибольшим расхождением имеют белый цвет. Данный анализ проведен с целью доказать, что результаты статистически значимы [8]. В приложении 1 П1.3 и П1.4 приведены графики svd анализа, целью которого являлась проверка утверждения о том, что расхождение между тремя повторностями конкретного соотношения доз меньше, чем между другими соотношениями доз. Для наглядности каждая из трех повторностей обозначена одним цветом и чем ближе расположены точки повторности одной и той же дозы, тем меньше между ними расхождений.

### 1.1.3 Влияние ципроконазола и флудиоксонила на свойства хлорофилла

Как видно из рис. 3.1.1.3.1 – 3.1.1.3.2 [8], соотношение флуоресценции хлорофилла и его содержание в листьях пшеницы коррелировали.

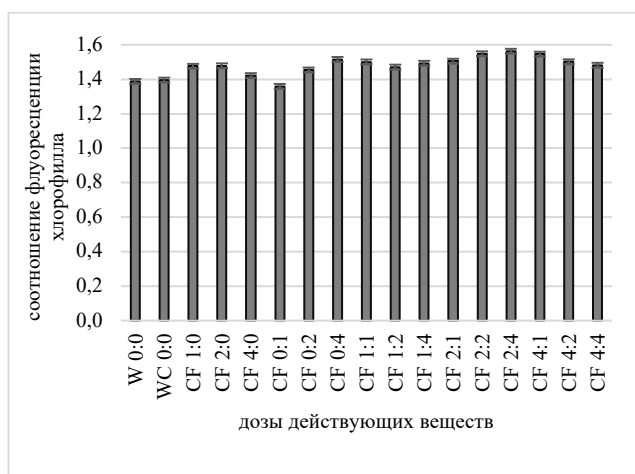


Рисунок 3.1.1.3.1 – Соотношение флуоресценции хлорофилла в листьях пшеницы на 12 сутки [8]

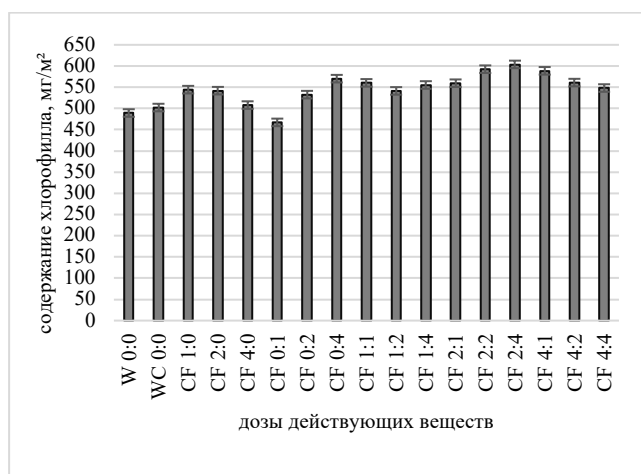


Рисунок 3.1.1.3.2 – Содержание хлорофилла в листьях пшеницы на 12 сутки [8]

Содержание хлорофилла в листьях пшеницы в контроле составило 489 мг/м<sup>2</sup>. Под действием минимальной и средней доз ципроконазола этот показатель увеличился до 542-544 мг/м<sup>2</sup>, а под действием максимальной дозы ципроконазола – до

508 мг/м<sup>2</sup>. При обработке минимальной дозой флудиоксонила было более низкое содержание хлорофилла по сравнению с контролем. Под действием средней и максимальной доз содержание хлорофилла превышало контроль.

Содержание хлорофилла в листьях пшеницы после обработки двумя фунгицидами было выше контроля. Наиболее высокое содержание хлорофилла было у проростков, обработанных CF 2:2, 2:4 и 4:1.

Таким образом, самое низкое содержание хлорофилла выявлено в контроле и у образцов, обработанных низкими дозами протравителей. Это связано с присутствием поврежденных проростков. Поврежденные болезнями листья имеют более низкое содержание хлорофилла. При более высоких дозах фунгицидов число здоровых проростков выше и, следовательно, содержание хлорофилла выше, чем у пораженных побегов. Удалось установить, что фунгициды не угнетают накопление хлорофилла, а напротив демонстрируют свою эффективность и необходимость применения [8].

Как показано на рис. 3.1.1.3.3 – 3.1.1.3.4, содержание хлорофилла в листьях ячменя в контроле составило 286 мг/м<sup>2</sup>. Под действием ципроконазола и флудиоксонила этот показатель увеличился. Содержание хлорофилла в листьях ячменя после обработки двумя фунгицидами было выше контроля. Наиболее высоким содержанием хлорофилла обладают проростки, обработанные при соотношениях: CF 2:4 – 373 мг/м<sup>2</sup> и CF 4:1 – 381 мг/м<sup>2</sup>.

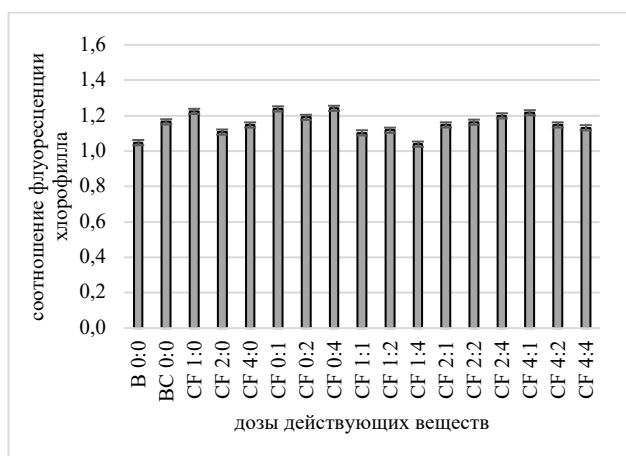


Рисунок 3.1.1.3.3 – Соотношение флуоресценции хлорофилла листьев ячменя на 12 сутки

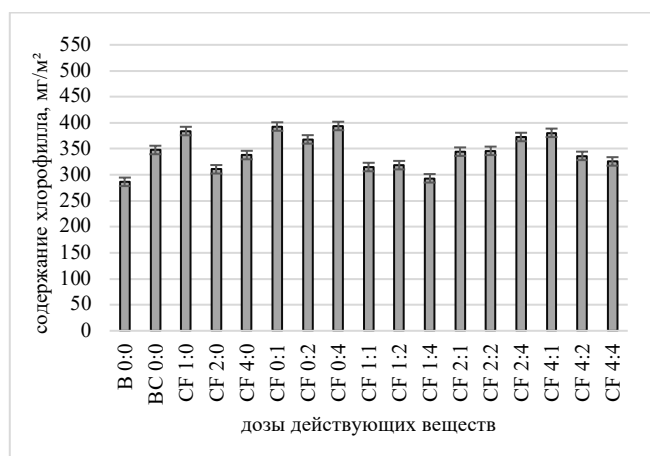


Рисунок 3.1.1.3.4 – Содержание хлорофилла в листьях ячменя на 12 сутки

Содержание хлорофилла для всех обработанных образцов, в том числе при максимальных дозах фунгицидов, превышало контроль. Полученные данные говорят об эффективности исследуемых фунгицидов, отсутствии угнетающего действия на содержание хлорофилла в побегах ячменя и подтверждают результаты, полученные в аналогичном эксперименте на пшенице.

Таким образом, рекомендуемыми дозами среди сочетаний двух фунгицидов являются CF 2:4, CF 4:1, CF 4:2, CF 2:1. Наиболее низким фитотоксическим эффектом в среднем для пшеницы и ячменя по показателю всхожести обладают: CF 4:1, CF 4:2. По влиянию на накопление биомассы: CF 1:4, CF 2:1, CF 2:2, CF 4:1. По влиянию на содержание хлорофилла: CF 2:2, CF 2:4, CF 4:1. Наиболее токсичные дозы – CF 4:4, CF 4:2, CF 2:4.

## **2.1 Разработка препарата Квартет**

Квартет представляет собой универсальный инсекто-фунгицидный протравитель зерновых культур. Физиологический эффект достигается благодаря двум действующим веществам препарата: протиокназола и азоксиistroбина. Квартет эффективен от семенной и почвенной инфекции. Обладает продолжительным действием против широкого спектра вредителей и фитопатогенных грибов. Оптимизирован для разных сроков сева.

Патент RU 2 672 493 C1 МПК A01P 3/00, A01N 37/00 Фунгицидная композиция (варианты) [61]. Препаративная форма: концентрат суспензии. Расход рабочей жидкости: 10 л/т. Эффективное воздействие фунгицидов возможно только при своевременной обработки семян (до 1 года). Норма расхода препарата Квартет: 1,0-1,5, л/т.

Квартет действует на насекомых-вредителей в момент их контакта с семенами, а также при питании проростками или подземными частями растений. Гибель вредителей наступает в течение нескольких часов. Период защитного действия: ограничивается фазой активного прироста биомассы. Квартет защищает зерновые до конца кущения (BVCH 29) [48].

Таблица 3.2.1.1 – Состав препарата Квартет [61]

| №  | Компоненты  | Составы в г/л |
|----|---|---------------|
| 1  | Азоксистробин   | 40            |
| 2  | Протиоконазол   | 40            |
| 3  | Прохлораз   | 100           |
| 4  | Ацетамиприд   | 150           |
| 5  | Триэтаноламинная соль тристирилфенилполиглицолевого эфира фосфорной кислоты, Sorphor FL | 35            |
| 6  | Сополимер этиленоксида с метилметакрилатом Atlox 4913                                   | 5             |
| 7  | Неионогенный сурфактант Гензиофикс EW 70  | 70            |
| 8  | Родамин Б (30масс.% водный р-р)   | 50            |
| 9  | Пропиленгликоль   | 30            |
| 10 | Аэросил 200   | 5             |
| 11 | Пента 465   | 2             |
| 12 | Rhodopol 23   | 3             |
| 13 | 1,2-бензизотиазолин-3-он  | 2             |
| 14 | Поливиниловый спирт (10масс.% водный раствор)   | 40            |
| 15 | Вода  | до 1 л        |

Действующие вещества, входящие в состав Квартета, обладают различными механизмами воздействия на вредные объекты, что обеспечивает высокий уровень защиты. Состав представлен в табл. 3.2.1.1.

Препарат может быть применен для обработки пшеницы и ячменя. Наличие инсектицидного компонента позволяет защитить растение от комплекса почвообитающих и ранних листовых вредителей зерновых.

### 2.1.1 Влияние азоксистробина, протиоконазола, прохлораза на всхожесть и рост проростков

Для уточнения доз, влияния на всхожесть, морфологию и эффективность в комплексном препарате Квартет были проведены исследования действия смеси д.в.: азоксистробин (А), протиоконазол (Рт), прохлораз (Рс) [12, 13].

Как видно из рис. 3.2.1.1.1а, на 4 сутки энергия прорастания (нормально проросшие зерновки) в контрольном варианте W 0:0:0 – вода – составила 72%, зараженных зерновок было 22%, непроросших 6%. В контрольном варианте при добавлении растворителя циклогексанона (WC 0:0:0) выявлено 75% нормально проросших, 19% зараженных и по 3% аномальных и непроросших [12].

Под действием минимальной дозы прохлораза получены результаты, превышающие показатели контроля: 80% нормально проросших, 17% зараженных и 3% непроросших. При применении средней дозы прохлораза количество нормально

проросших ростков составило 84%. При воздействии максимальной дозы прохлораза, количество нормально проросших – 82%, зараженных – 5%, непроросших аналогично контролю (6%). Увеличение доз прохлораза на начальных этапах роста значительно сокращает число зараженных проростков. Количество нормальных проростков при применении прохлораза в среднем на 10% выше, чем в контрольном варианте [12].

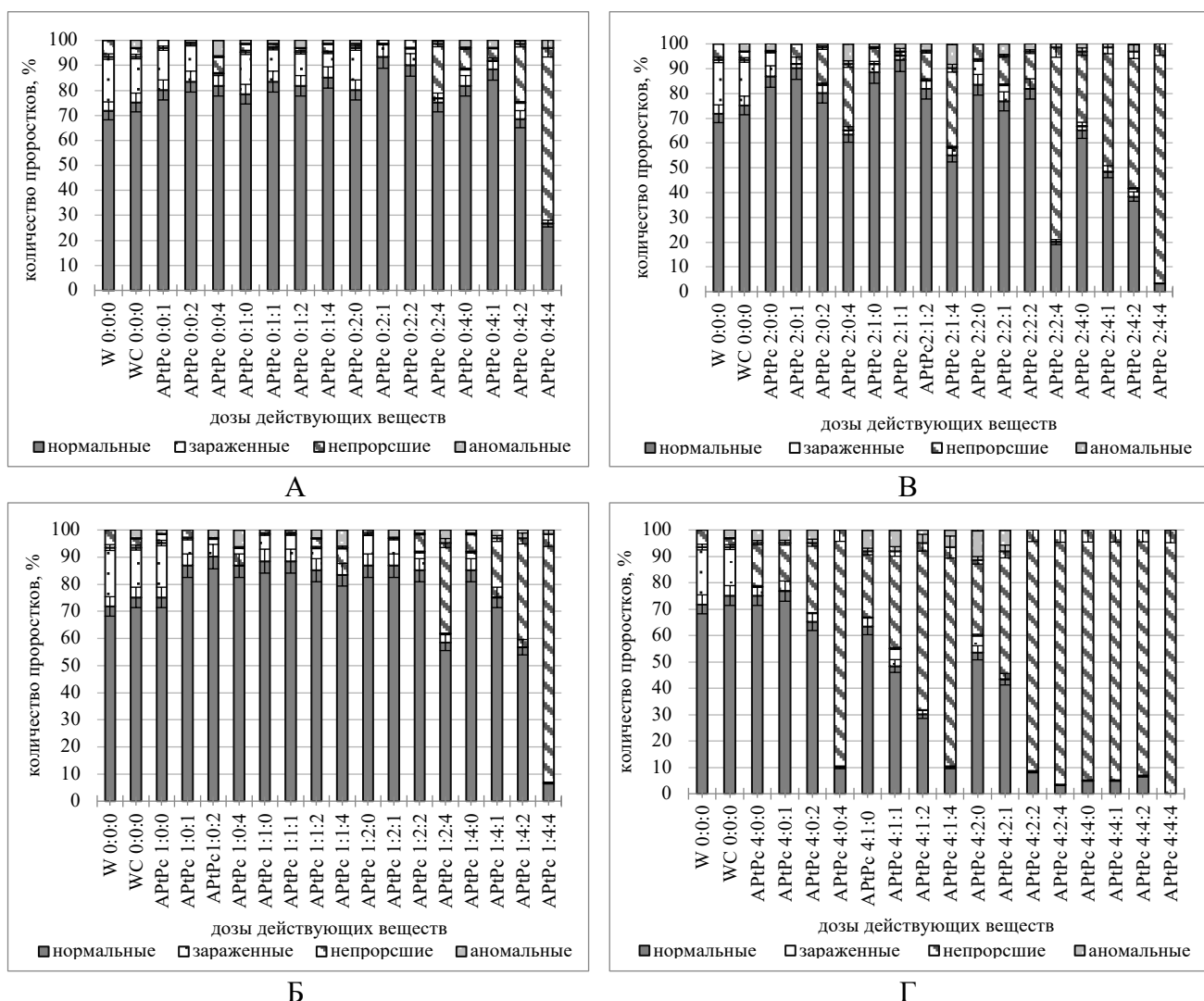


Рисунок 3.2.1.1.1 – Влияние азоксистробина (А), протиоконазола (Pt) и прохлораза (Pc) на энергию прорастания зерновок пшеницы на 4 сутки [12]

Под действием минимальной дозы протиоконазола по сравнению с контролем более высокое число нормально проросших (78%) и более низкий процент зараженных проростков (17%). Аналогичное число зараженных проростков получено под действием средней дозы протиоконазола, при этом число нормально проросших проростков выше на 2%. Под действием максимальной дозы протиоконазола

82% нормально проросших, 7% зараженных проростков, 3 % аномальных и 8% непроросших зерновок. Результаты, полученные под действием всех трех доз протиоконазола, указывают на улучшение показателей энергии прорастания по сравнению с контролем. Увеличение доз протиоконазола, как и прохлораза, способствует понижению процента зараженных проростков по сравнению с контролем [12, 14].

Как видно из рис. 3.2.1.1.1б, минимальная доза азоксистробина практически не влияет на число нормальных (75%), зараженных (20%), непроросших (3%) и аномальных (3%) проростков по сравнению с контролем. Под действием средней дозы азоксистробина (3.2.1.1.1в) количество нормальных проростков составило 87%, а зараженных 10%. Под действием максимальной дозы АРtРс 4:0:0 (рис. 3.2.1.1.1г) количество нормальных составило 75%, а зараженных 3% [11, 96].

Из рис. 3.2.1.1.1а видно, что при обработке зерновок минимальными дозами протиоконазола и прохлораза количество нормальных проростков составило 84%, зараженных 12%, аномальных и непроросших по 2%. Под действием смеси фунгицидов в соотношении АРtРс 0:1:2 количество нормальных проростков превышало контроль на 10% (82%), количество зараженных – 13%, аномальных – 3% и непроросших проростков – 2% [12].

При действии минимальной дозы протиоконазола и максимальной дозы прохлораза (АРtРс 0:1:4), число нормально проросших ростков пшеницы составило 85%, зараженных – 10%, непроросших - 3% и аномальных – 2%. Под действием соотношения АРtРс 0:2:1 на 4 сутки получен самый высокий процент нормально проросших ростков – 94%, при 5% зараженных и 1% непроросших. При воздействии равных средних доз протиоконазола и прохлораза в соотношении АРtРс 0:2:2, получен так же один из самых высоких результатов нормальных проростков (90%), 3% непроросших, 7% зараженных. При обработке зерновок дозами АРtРс 0:2:4, количество нормальных близко к контролю (75%), количество зараженных и аномальных составило по 2%, количество непроросших проростков значительно превысило контроль (21%). Под действием максимальной дозы протиоконазола и



минимальной дозы прохлораза (АРtPc 0:4:1), получены одни из лучших результатов по соотношению нормальных (89%), зараженных (3%), непроросших (5%) и аномальных (3%) проростков по сравнению с контролем. При воздействии смеси в соотношении АРtPc 0:4:2, количество нормальных проростков на 4% ниже контроля (68%), число зараженных значительно ниже контроля (7%), но при этом получено достаточно большое количество непроросших (23%). При действии максимальных доз протиоконазола и прохлораза, количество нормальных проростков значительно ниже контроля (27%), зараженные отсутствуют, количество непроросших зерновок – 70% [12].

Увеличение доз протиоконазола и прохлораза, в том числе и при совместном влиянии, практически не влияло на рост числа аномальных проростков. Почти все дозы фунгицидов положительно влияли на число нормальных проростков, сокращая процент зараженных по сравнению с контролем. Исключениями являются АРtPc 0:4:2 и АРtPc 0:4:4 [12].

Как видно из рис. 3.2.1.1.1б, при действии соотношения минимальных доз азоксистробина и прохлораза (АРtPc 1:0:1), количество нормальных выше контроля (87%), количество зараженных составляет 10%, непроросших – 3%. Увеличение дозы прохлораза в соотношении АРtPc 1:0:2 привело к уменьшению числа зараженных проростков до 7%, за счет чего увеличилось и число нормальных проростков до 90%. При действии максимальной дозы прохлораза и минимальной азоксистробина (АРtPc 1:0:4), по сравнению с контролем увеличилось число аномальных и непроросших проростков до 6 и 7%, соответственно. При этом, количество нормальных проростков значительно выше контроля (87%) [12].

Под влиянием соотношения АРtPc 1:1:0 и АРtPc 1:1:1 получены аналогичные результаты: 89% нормально проросших, 10% зараженных, и по 1% непроросших. При воздействии доз АРtPc 1:1:2 количество нормальных проростков составило 86%, зараженных 8%, непроросших и аномальных по 3%. При увеличении дозы прохлораза до максимальной (АРtPc 1:1:4), повышается процент непроросших и аномальных зерновок: 10 и 6% соответственно [12].

Под действием соотношения доз APtPc 1:2:0 не обнаружено аномальных проростков, количество нормальных значительно превышает контроль (87%), зараженных на 10% меньше контроля (12%). Аналогичные результаты получены при воздействии APtPc 1:2:1: число нормальных проростков – 87%, зараженных – 10%, аномальных – 3% [12].

При минимальной дозе азоксистробина и средних дозах протиоконазола и прохлораза (APtPc 1:2:2), а также под влиянием APtPc 1:4:0, незначительно увеличивается число непроросших зерновок (7%), при этом число зараженных сокращается до 7%, а количество нормальных также значительно превышает контроль (85%). Под влиянием соотношения APtPc 1:2:4 значительно увеличилось количество непроросших зерновок (33%), сократив число нормальных проростков до 59%. При действии соотношения доз APtPc 1:4:1 количество нормальных проростков близко к контролю (75%), число непроросших составило 22%, аномальных – 3%, зараженные отсутствуют [12].

При влиянии соотношений APtPc 1:4:2 и APtPc 1:2:4 получено высокое число непроросших (40%), низкое число нормальных проростков (57%) и незначительное количество аномальных (3%). Один из самых низких показателей энергии прорастания (7% нормальных проростков) был получен при обработке дозами APtPc 1:4:4, при этом количество непроросших зерновок составило 92% [12].

На рис. 3.2.1.1.1 в наибольшее количество зараженных проростков, кроме контрольных вариантов, наблюдалось при соотношениях APtPc 2:2:0 (10%), APtPc 2:2:1 (7%). При этом количество нормальных проростков под влиянием всех перечисленных выше соотношений превышает показатели контроля. Наиболее высокие проценты энергии прорастания при низком количестве зараженных и непроросших были достигнуты под влиянием следующих доз: APtPc 2:0:1, APtPc 2:1:0, APtPc 2:1:1 [12].

Под влиянием средней дозы азоксистробина и прохлораза число непроросших зерновок составило 15%, что превышает контроль, число нормальных проростков при этом составило 80%. При увеличении дозы прохлораза, количество нормальных проростков сокращается до 63% за счет увеличения непроросших зерновок до

27%. Под влиянием соотношения АРtРс 2:1:2 количество нормальных проростков составило 82%, зараженных и аномальных по 3%, непроросших 12%. Повышение дозы прохлораза в этом соотношении (АРtРс 2:1:4) привело к резкому увеличению непроросших зерновок (32%) и сокращению нормальных проростков (55%), количество зараженных – 3%, аномальных – 10%. При равных средних дозах всех трех фунгицидов количество нормальных проростков превышает контроль на 10%, зараженные отсутствуют [12].

Однако, уже при действии АРtРс 2:2:4 количество нормальных проростков составило 20%, а непроросших – 78%, оставшиеся 2% приходилось на аномальные проростки. У проростков под влиянием АРtРс 2:4:1 отсутствуют зараженные проростки, высокое количество непроросших (50%) и число нормальных проростков ниже контроля (48%). Схожие результаты получены под действием АРtРс 2:4:2, но с 3% зараженных проростков. Под влиянием доз АРtРс 2:4:4 получено 97% непроросших, 3% нормальных проростков [12].

Как видно на рис. 3.2.1.1.1г, под действием АРtРс 4:0:1 количество нормальных составило 77%, а зараженных 0%. При повышении дозы прохлораза (АРtРс 4:0:2 и АРtРс 4:0:4) увеличивается количество непроросших до 27%, а затем до 90%, соответственно. Под действием соотношений азоксистробина и протиоконазола АРtРс 4:1:0 и АРtРс 4:2:0 низкое число зараженных (3 и 7%), количество нормальных проростков ниже контроля (63 и 53%) [12].

Под влиянием доз АРtРс 4:1:1, 4:1:2 и 4:2:1 получены более низкие показатели нормальных проростков (48, 30 и 43%, соответственно). Под действием доз АРtРс 4:1:4 и 4:2:2 зараженные отсутствуют, количество нормальных – 10 и 8%, соответственно. Наиболее низкой энергией прорастания обладали образцы под действием доз: АРtРс 4:2:4, 4:4:0, 4:4:1, 4:4:2. Количество зараженных и аномальных среди растений под этими дозами составили 0%, а непроросших 97, 95, 95 и 94%, соответственно. Под действием максимальных доз всех трех фунгицидов количество непроросших зерновок составило 100%. Сочетание хотя бы двух максимальных доз на начальных этапах роста может способствовать резкому угнетению проростков вплоть до полного подавления роста [12].

Из рис. 3.2.1.1.2а видно, что на 8 сутки количество нормально проросших зерновок (всхожесть) в контрольном варианте составило 65%, зараженных 32%, а аномальных 3%. В контрольном варианте при добавлении растворителя циклогексана получены аналогичные результаты: 68% нормально проросших, 30% зараженных и 2% аномальных [12]. По сравнению с результатами на 4 сутки, Число нормальных проростков сократилось. В контроле снижение происходило за счет увеличения количества зараженных проростков – проявились признаки болезней к 8 суткам, а при действии высоких доз протравителей – за счет аномальных проростков и мертвых зерновок. Высокие дозы д.в. и сочетания нескольких д.в. оказывают токсическое действие на проростки, а защитный эффект выражен значительно.

Под действием минимальной дозы прохлораза количество нормально проросших зерновок превышает показатели контроля (70%), число зараженных – 28%, а непроросших – 2%. При применении средней дозы прохлораза количество нормально проросших увеличилось до 78%, зараженных снизилось до 20%. При воздействии на проростки максимальной дозой прохлораза количество нормально проросших – 77%, зараженных – 17%, непроросших – 5%, аномальных – 1%. При максимальной дозе прохлораза наблюдается незначительное увеличение непроросших зерновок, более приемлемый эффект без ущерба всхожести достигнут при средней дозе [12].

Под действием минимальной дозы протиоконазола число нормальных проростков составило 67%, количество зараженных соответствует контролю (32%), непроросших – 1%. Под влиянием средней дозы протиоконазола увеличилось количество нормальных проростков до 75%, зараженных – 22%, непроросших – 2% и аномальных – 1%. Под воздействием максимальной дозы протиоконазола увеличилось количество нормальных проростков пшеницы (89%), при этом количество зараженных проростков составило всего 8%, а аномальных – 3%. Показатели всхожести, полученные под действием всех доз протиоконазола, не только превышают контрольные показатели, но улучшаются с увеличением дозы: сокращается количество зараженных проростков, за счет чего увеличивается количество нормальных проростков [12, 14].

Как показано на рис. 3.2.1.1.2б, результаты, полученные под влиянием минимальной дозы азоксистробина, незначительно отличаются от показателей контроля: количество нормально проросших – 62%, зараженных 38%. При обработке средней дозой азоксистробина (рис. 3.2.1.1.2в), как и на 4 сутки, количество нормальных проростков (67%) превышает контроль, при этом процент зараженных (28%) ниже контроля. Под влиянием максимальной дозы азоксистробина (рис. 3.2.1.1.2г) количество нормальных проростков (64%) близко к контролю, при этом количество зараженных составило 18%, непроросших – 8% и аномальных – 10% [11, 12].

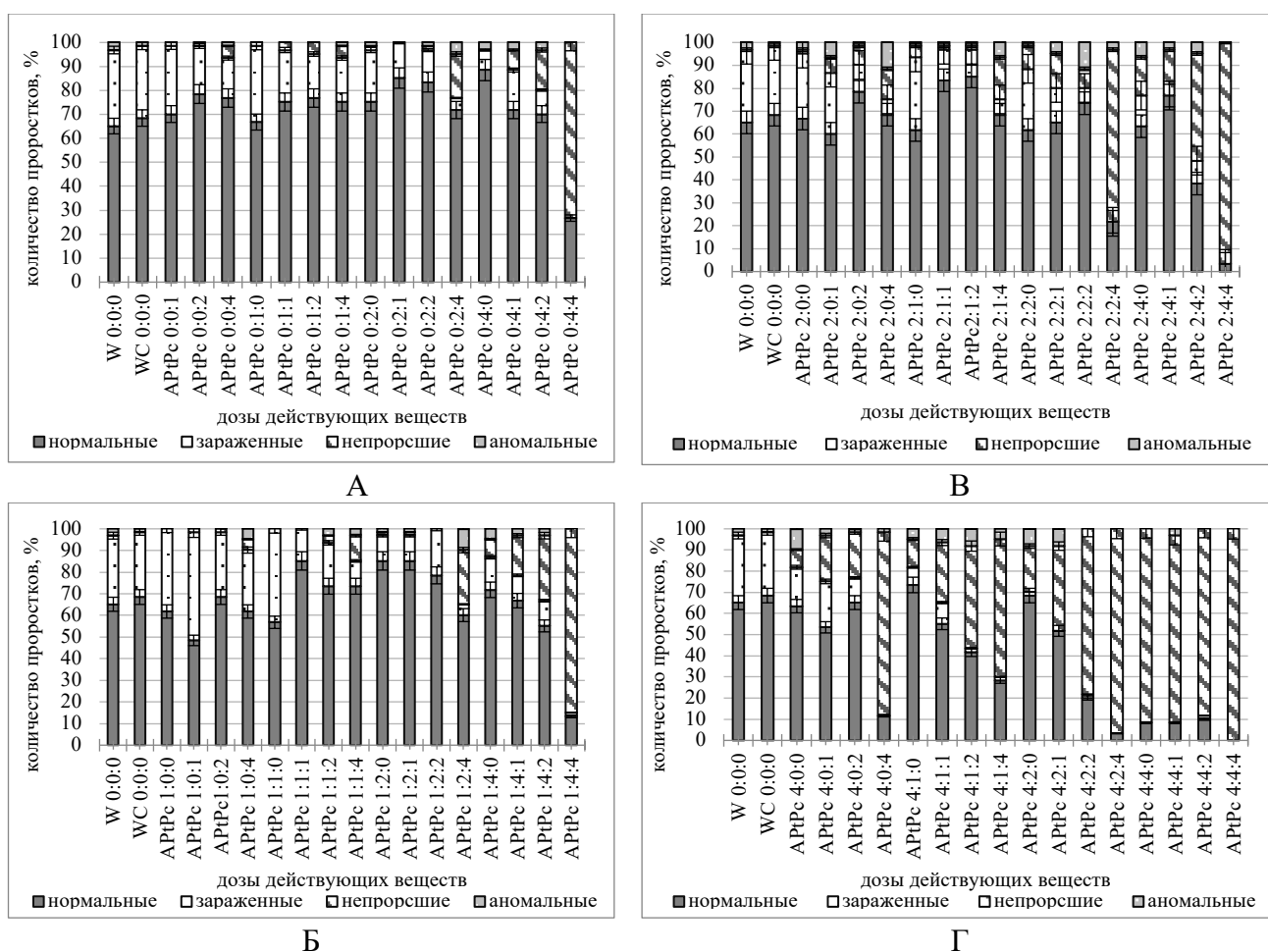


Рисунок 3.2.1.1.2 – Влияние азоксистробина (А), протиоконазола (Pt) и прохлораза (Pc) на всхожесть зерновок пшеницы на 8 сутки [12]

При обработке зерновок смесью фунгицидов в соотношении APtPc 0:1:1 количество нормальных проростков составило 75%, зараженных – 22%, непроросших – 3%. При увеличении дозы прохлораза (APtPc 0:1:2), количество нормальных проростков составило 77%, зараженных – 18%, непроросших - 5%. Близкие результаты

получены под действием соотношения АРtРс 0:1:4: нормальных – 75%, зараженных – 18%, непроросших – 5%, аномальных – 2% [12].

При воздействии средней дозой протиоконазола и минимальной дозой прохлораза (АРtРс 0:2:1) были получены 85% нормально проросших и 15% непроросших. Под воздействием протиоконазола и прохлораза в соотношении АРtРс 0:2:2, получено 84% нормальных проростков, 13% зараженных, 2% непроросших, 1% аномальных. Под влиянием соотношения АРtРс 0:2:4 на 8 сутки получено 72% нормальных и 5% зараженных проростков, количество непроросших при этом увеличилось до 18%, аномальных – 5% [12].

При воздействии на семена максимальной дозой протиоконазола и минимальной дозой прохлораза (АРtРс 0:4:1), количество нормальных проростков составило 72%, зараженных – 17%, непроросших – 8%, аномальных – 3%. Под действием смеси в соотношении АРtРс 0:4:2, получены близкие результаты. Под воздействием максимальных доз двух фунгицидов получено 27% нормально проросших и 73% непроросших [12].

На 8 сутки большинство аномальных проростков при действии фунгицидов перешли в категорию нормальных проростков. Значительное подавление всхожести отмечено только при соотношении двух максимальных доз протиоконазола и прохлораза [12].

Как показано на рис. 3.2.1.1.2б, применение минимальной дозы азоксистробина в сочетании с минимальной дозой прохлораза оказалось не эффективным по сравнению с контролем: нормально проросших – 48%, зараженных – 50%, непроросших – 2%. Количество нормальных проростков, полученных под действием АРtРс 1:0:2 незначительно превышает контроль (68%). Под действием минимальной дозы азоксистробина и максимальной дозы прохлораза (АРtРс 1:0:4), число нормальных проростков составило 62%, зараженных – 28%, непроросших и аномальных – 5%. При обработке дозами АРtРс 1:1:0, число зараженных значительно превышает контроль (43%) [12].

Под действием АРtРс 1:1:1, 1:2:0, 1:2:1 число нормальных проростков составило 85%, зараженных – 22%, непроросших – 3%. При увеличении дозы прохлораза

(ARtPc 0:1:2), количество нормальных проростков составило 77%, зараженных 15 и 12%, соответственно. При обработке пшеницы ARtPc 1:1:2 и 1:1:4 получено 73% нормальных проростков. Увеличение дозы прохлораза позволило уменьшить процент зараженных проростков [12].

Под действием соотношения ARtPc 1:2:2 количество нормальных проростков – 78%, зараженных – 22%. Повышение дозы прохлораза до максимальной способствовало проявлению большого количества непроросших зерновок (25%), которые на 8 сутки только частично смогли перейти в нормальные по сравнению с 4 сутками. Число зараженных при этом увеличилось на 2%. Согласно показателям, полученным под действием ARtPc 1:4:0, по сравнению с 4 сутками количество зараженных увеличилось на 8%, проявились некоторые аномалии роста. Таким образом, общее количество нормальных проростков составило 72%, что превышает контроль [12].

При влиянии соотношения ARtPc 1:4:1 на 8 сутки увеличилось число зараженных проростков (12%), число нормальных – 67%. Среди образцов, обработанных ARtPc 1:4:2, количество нормальных сократилось на 2%, а зараженных выросло до 12%, при первоначальном значении 0% на 4 сутки. Под действием ARtPc 1:4:4 количество нормальных проростков составило 13%, зараженных – 2% [12].

Как видно из рис. 3.2.1.1.2в, среди проростков, обработанных ARtPc 2:0:1 и ARtPc 2:2:0, на 8 сутки возросло количество зараженных проростков (27%). В меньшей степени изменились результаты, полученные под действием ARtPc 2:0:2: нормальных – 78%, зараженных – 12%, непроросших – 8%, аномальных – 2%. Среди образцов, обработанных ARtPc 2:0:4, количество нормальных проростков (68%) превысило контроль. Результаты по количеству зараженных, полученные под влиянием соотношения ARtPc 2:1:0, совпадают с контролем (32%). Значительно выше контроля результаты, полученные под влиянием ARtPc 2:1:1 и ARtPc 2:1:2: 84 и 85% нормальных, 13 и 12% зараженных, по 2% непроросших и по 1% аномальных. Под влиянием соотношения ARtPc 2:1:4 сохранился низкий процент зараженных (7%), количество нормальных выше контроля (68%), число непроросших – 18%. Результаты, полученные под влиянием соотношений ARtPc 2:2:1 и ARtPc 2:4:0

близки к контролю по количеству нормальных проростков, но заражены в меньшей степени: 15 и 13%, соответственно [12].

При равных средних дозах всех трех фунгицидов количество нормальных проростков превысило контроль на 8%, количество зараженных – 7%. При увеличении дозы прохлораза (АРtРс 2:2:4) количество нормальных на 8 сутки составило 22%, а непроросших 75%. У проростков под влиянием АРtРс 2:4:1, по сравнению с 4 сутками, большая часть непроросших перешла в нормальные (77%). Высокие дозы фунгицидов ингибировали прорастание на начальных этапах, несмотря на это, именно такие дозы оказались достаточными для того, чтобы проросшие в итоге растения не были заражены. Результаты, полученные на 8 сутки после обработки дозами АРtРс 2:4:2, мало отличаются от результатов на 4 сутки: высокий процент непроросших (47%), наличие зараженных (10%) и как следствие низкая всхожесть (38%). Результаты, полученные под влиянием соотношения АРtРс 2:4:4, не изменились по сравнению с 4 сутками: 97% непроросших и 3% нормальных проростков [12].

Исходя из рис. 3.2.1.1.2г, введение прохлораза (АРtРс 4:0:1 и 4:0:2) незначительно повлияло на количество зараженных проростков (22 и 12%) по сравнению с результатами после обработки АРtРс 4:0:0. При обработке максимальными дозами азоксистробина и прохлораза (АРtРс 4:0:4), как и на 4 сутки, получено 0% зараженных и 87% непроросших [12].

Наиболее высокие показатели всхожести (74 и 68% нормально проросших зерновок), при учете низких процентов зараженных, были отмечены после обработки АРtРс 4:1:0 и АРtРс 4:2:0. Применение протиоконазола и прохлораза в одной смеси, при максимальной дозе азоксистробина, привело к сильному торможению роста и большому количеству непроросших зерновок даже на 8 сутки. Под действием соотношения АРtРс 4:1:2, количество нормальных проростков составило 42%, а под АРtРс 4:1:4 уже 28%, при одинаково низком проценте зараженных – 2%. Согласно результатам, полученным на 8 сутки после обработки дозами АРtРс 4:2:1, количество непроросших зерновок сократилось до 40%, а нормальных увеличилось до 52%, зараженные отсутствуют. Количество нормальных проростков под влиянием



APtPc 4:2:4, APtPc 4:4:0, APtPc 4:4:1, APtPc 4:4:2 увеличилось на 2 – 3%. Результаты, полученные под действием максимальных доз всех трех фунгицидов, не изменились по сравнению с 4 сутками: количество непроросших зерновок составило 100% [12].

На 8 сутки большое количество ингибированных зерновок проросло и перешло в нормальные проростки, у части нормальных проростков в свою очередь проявились признаки повреждений грибами. Число аномальных проростков в целом оставалось постоянным [12].

Исследовано влияние д.в. фунгицидов на рост корня и побега проростков. Высокие дозы д.в. и сочетания д.в. в высоких дозах ингибировали рост в течение всего периода исследований.

Как видно из рис. 3.2.1.1.4а, на 4 сутки длина корней в контроле составила 36 мм, побегов – 10 мм. В контрольном варианте при добавлении растворителя циклогексанона (WC 0:0) длина корней – 27 мм, побегов – 10 мм. Под действием минимальной дозы прохлораза получены результаты, незначительно превышающие показатели контроля: 11 мм побегов и 37 мм корней. При применении средней дозы прохлораза средняя длина побегов составила 14 мм, а корней – 35 мм. При увеличении дозы прохлораза снижались оба показателя: 9 мм побегов и 30 мм корней. Максимальная доза прохлораза на начальных этапах роста снижала длину обоих органов. При этом, небольшие дозы положительно повлияли на длину побегов по сравнению с контролем [12, 13].

Под действием минимальной дозы протиоконазола длина корней соответствует показателю контроля (36 мм), длина побега превышала контроль (13 мм). Аналогичный показатель длины побегов получен под действием средней дозы протиоконазола, при этом длина корней выше на 4 мм. Под действием максимальной дозы протиоконазола длина побегов соответствует контролю (10 мм), а длина корней ниже на 7 мм. Согласно полученным результатам под действием максимальной дозы протиоконазола уменьшается длина корней. При этом на длину побегов на начальном этапе роста данный фунгицид в максимальной дозе не повлиял. Изме-

нение соотношения корни – побеги может быть связано с нарушением баланса ауксинов и цитокининов, вызванным д.в [12].

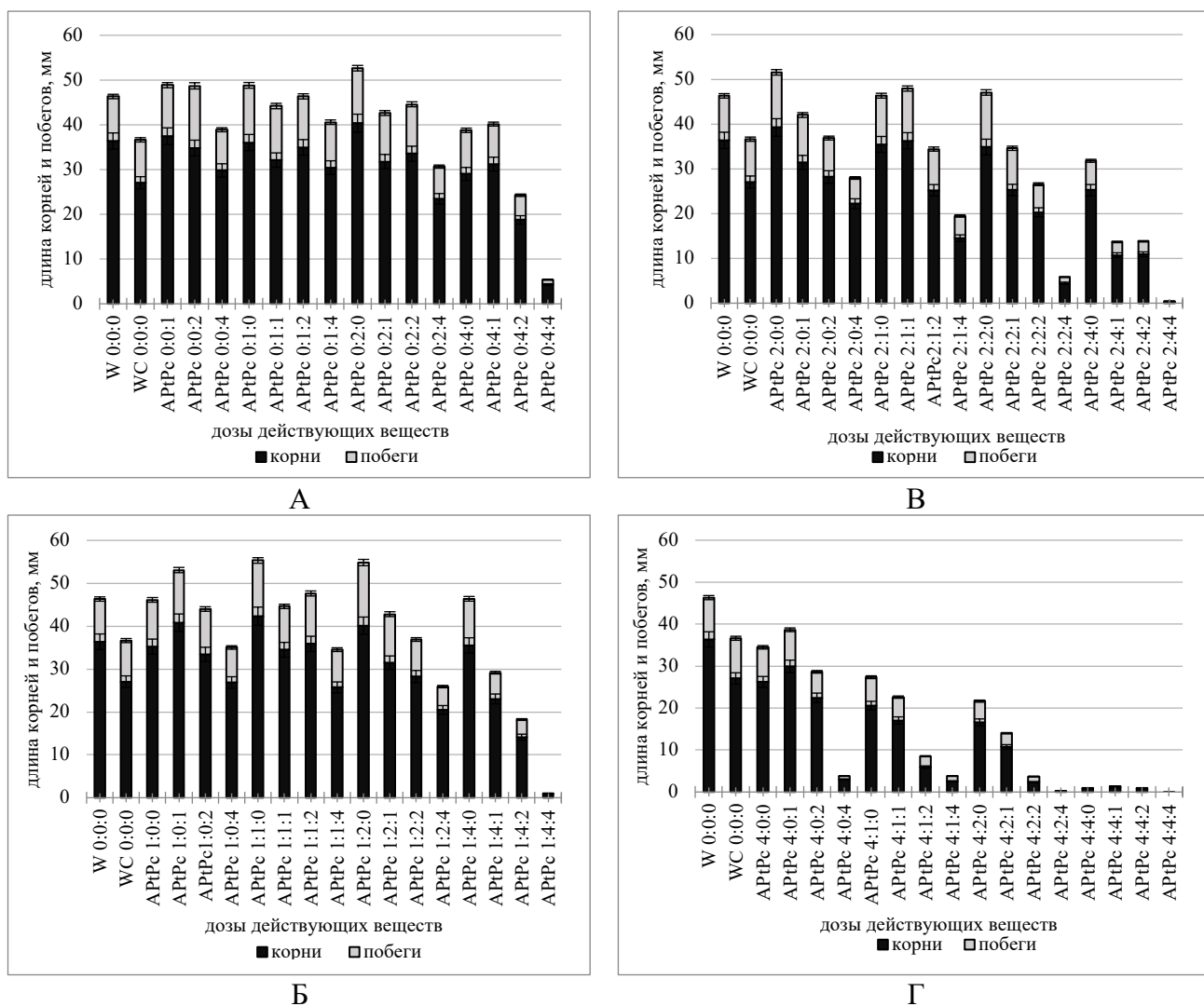


Рисунок 3.2.1.1.4 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлоразы на длину корней и побегов пшеницы на 4 сутки [12]

Как видно из рис. 3.2.1.1.4б, минимальная доза азоксистробина практически не влияла на длину корней (35 мм) и побегов (11 мм) по сравнению с контролем. Под влиянием APtPc 2:0:0 (рис. 3.2.1.1.4в) получены результаты, превышающие контроль: 12 мм побегов и 39 мм корней. Длина побегов под действием максимальной дозы азоксистробина APtPc 4:0:0 (рис. 3.2.1.1.4г) составила 8 мм, а корней – 26 мм [12].

При обработке зерновок минимальными дозами протиоконазола и прохлоразы длина побегов составила 12 мм, а корней – 32 мм. Под действием соотношения

APtPc 0:2:1, получены аналогичные результаты по длине корней, длина побегов составила 11 мм. Схожие результаты под влиянием APtPc 0:1:2: 11 мм побегов и 35 мм корней. При действии минимальной дозы протиоконазола и максимальной дозы прохлораза (APtPc 0:1:4) длина побегов не превышала контроль, длина корней снизилась на 6 мм. Под воздействием равных средних доз протиоконазола и прохлораза (APtPc 0:2:2), получен результат близкий к контролю: побеги – 11 мм и корни – 34 мм [12, 13].

При увеличении дозы прохлораза (APtPc 0:2:4), длина побегов сократилась до 7 мм, а корней до 23 мм. Под действием максимальной дозы протиоконазола и минимальной дозы прохлораза (APtPc 0:4:1), оба исследуемых показателя ниже контроля: 9 мм побегов и 31 мм корней. Увеличение прохлораза (APtPc 0:4:2) усилило угнетающее действие на длину побегов (5 мм) и корней (19 мм). При действии максимальных доз протиоконазола и прохлораза, длина побегов сократилась до 1 мм, длина корней до 4 мм [12].

Высокие дозы фунгицидов при совместном влиянии значительно угнетают как длину побегов, так и корней. При этом минимальные дозы превышают показатели контроля. Близкие к контролю следующие соотношения: APtPc 0:0:1, APtPc 0:0:2, APtPc 0:1:0, APtPc 0:1:1, APtPc 0:1:2, APtPc 0:2:2 [12].

Как видно из рис. 3.2.1.1.4б, при действии соотношения минимальных доз азоксиistroбина и прохлораза (APtPc 1:0:1), длина корней превысила контроль на 5 мм, а длина побегов на 2 мм. Увеличение дозы прохлораза в соотношении APtPc 1:0:2 привело к уменьшению длины корней до 33 мм. При действии максимальной дозы прохлораза и минимальной азоксиistroбина (APtPc 1:0:4), длина корней сократилась до 27 мм, длина побегов до 8 мм [12, 13].

Под влиянием соотношения APtPc 1:1:0 получены наивысшие результаты по длине корней – 42 мм, побеги – 13 мм, что превышает контроль. Под действием трех минимальных доз APtPc 1:1:1, результаты близки к контролю: 10 мм побегов и 34 мм корней. При воздействии APtPc 1:1:2 длина корней аналогична контролю (36 мм), длина побегов несколько выше на 2 мм. При увеличении дозы прохлораза

до максимальной (АРtРс 1:1:4), значительно снизились оба показателя: побеги – 9 мм, корни – 26 мм [12, 13].

Под действием соотношения доз АРtРс 1:2:0 получена максимальная длина побегов – 15 мм, длина корней составила 40 мм. При воздействии соотношения АРtРс 1:2:1 длина побегов – 11 мм, длина корней – 31 мм. При минимальной дозе азоксистробина и средних дозах протиоконазола и прохлораза (АРtРс 1:2:2), незначительно уменьшилась длина побегов, длина корней по сравнению с контролем меньше на 8 мм. Под влиянием соотношения АРtРс 1:2:4 значительно сократилась длина побегов (5 мм) и длина корней (20 мм). Под влиянием соотношения АРtРс 1:4:0 получены результаты близкие к контролю: побеги – 11 мм, корни – 36 мм. При действии соотношения доз АРtРс 1:4:1 длина побегов составила 6 мм, корней – 23 мм. При увеличении дозы прохлораза АРtРс 1:4:2 получены результаты значительно ниже контроля: 4 мм побеги и 14 мм корни. Одни из самых низких результатов получены при обработке дозами АРtРс 1:4:4: длина побегов – 0,16 мм, корней – 1 мм [12, 13].

На рис. 3.2.1.1.4в при добавлении минимальной дозы прохлораза АРtРс 2:0:1 оба показателя снизились, но остались близкими к контролю: 11 мм побеги и 31 мм корни. При дальнейшем увеличении дозы прохлораза эта динамика сохраняется и под влиянием АРtРс 2:0:2 длина побегов составила 9 мм, корней – 28 мм, а под влиянием АРtРс 2:0:4 длина побегов составила уже 6 мм, корней – 22 мм. Показатели близкие к контролю были получены под действием соотношения АРtРс 2:1:0, где длина побегов – 11 мм, а длина корней – 35 мм. Под действием доз АРtРс 2:1:1 – аналогично (побеги – 12 мм, корни – 36 мм). При влиянии средних доз азоксистробина, прохлораза и минимальной протиоконазола (АРtРс 2:1:2), длина побегов (9 мм) и корней (25 мм) значительно уменьшилась. Под влиянием средней доз АРtРс 2:1:4 также сохранилась динамика уменьшения длины побегов (5 мм) и корней (15 мм). Под влиянием соотношения АРtРс 2:2:0, полученные результаты близки к контролю: 12 мм – побегов и 35 мм – корней. При влиянии соотношения АРtРс 2:2:1 длина побегов ниже на 1 мм по сравнению с контролем, а длина корней на 11 мм. Повышение дозы прохлораза в соотношениях АРtРс 2:2:2 и АРtРс 2:2:4

значительно снижает оба показателя. Проростки под влиянием доз APtPc 2:4:0 достигли в среднем 7 мм среди побегов и 25 мм среди корней. Под действием APtPc 2:4:1 и APtPc 2:4:2 получены аналогичные результаты побегов (3 мм) и корней (11 мм). Согласно результатам, полученным под влиянием соотношения APtPc 2:4:4 среди 3% нормальных проростков, длина корней и побегов составила менее 1 мм [12].

На 4 сутки на рис. 3.2.1.1.4в наиболее близкие к контролю следующие соотношения: APtPc 2:0:0, APtPc 2:1:0, APtPc 2:1:1, APtPc 2:2:0. При наличии в соотношении двух средних (и выше) доз добавление третьего компонента приводит к значительному уменьшению длины побегов и корней.

Как видно на рис. 3.2.1.1.4г, результаты, полученные под влиянием всех соотношений, были ниже контроля. Под действием доз APtPc 4:0:1, получены более высокие результаты среди побегов (9 мм) и корней (30 мм). При повышении дозы прохлораза в соотношениях APtPc 4:0:2 и APtPc 4:0:4 длина побегов и корней прямо пропорционально уменьшалась: от 6 к 1 мм среди побегов и от 22 мм к 3 мм среди корней. Под действием соотношений азоксистробина и протиоконазола APtPc 4:1:0 длина побегов составила 7 мм, корней – 21 мм, а под влиянием соотношения APtPc 4:2:0 длина побегов составила 5 мм и корней – 17 мм. Под влиянием доз APtPc 4:1:1 была такая же длина корней, длина побегов составила 6 мм. Длина побегов под влиянием соотношения APtPc 4:1:2 составила 3 мм, а корней 6 мм. Под действием доз APtPc 4:1:4 и 4:2:2 получены близкие результаты: по 1 мм среди побегов, 3 мм и 2 мм среди корней, соответственно. Длина побегов под воздействием доз APtPc 4:2:1 составила 3 мм, длина корней – 11 мм. Побеги и корни под влиянием соотношений APtPc 4:4:0, 4:4:1, 4:4:2, APtPc 4:2:4 отсутствуют или составили не более 1 мм. Под действием максимальных доз всех трех фунгицидов побеги и корни отсутствуют [13].

Из рис. 3.2.1.1.5а видно, что на 8 сутки средняя длина побегов в контроле составила 78 мм, а длина корней – 145 мм. В контрольном варианте при добавлении растворителя циклогексанона получены схожие результаты: длина побегов 77 мм и длина корней 137 мм.

Под действием минимальной дозы прохлораза, как и на 4 сутки, длина побегов (83 мм) и корней (159 мм) превышает контроль. При применении средней дозы прохлораза на проростки пшеницы получена аналогичная средняя длина побегов и длина корней составила 154 мм. При воздействии на проростки максимальной дозой прохлораза сократилась длина побегов (68 мм), и корней (120 мм) по сравнению со средней и минимальной дозами [12].

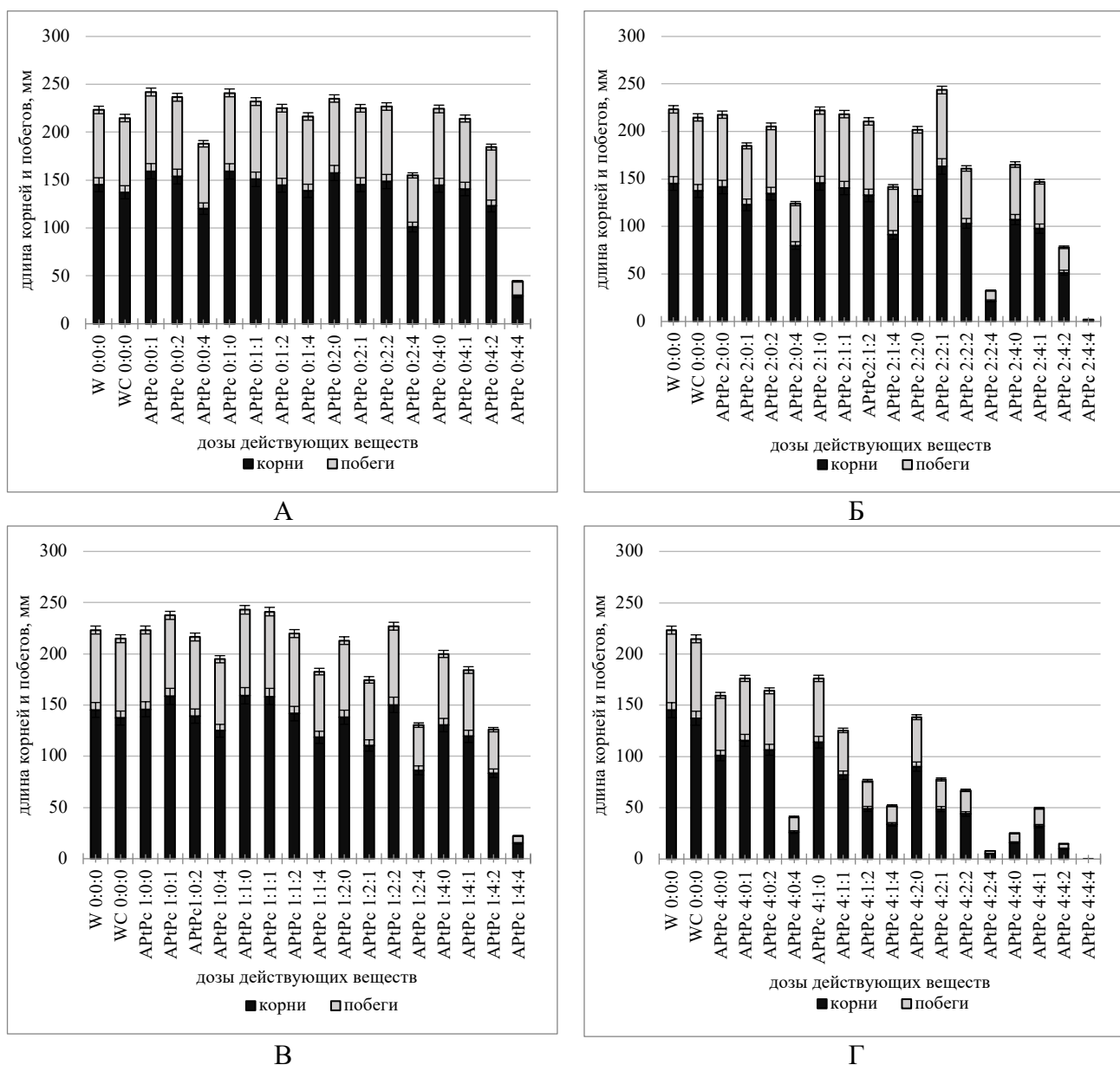


Рисунок 3.2.1.1.5 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на длину корней и побегов пшеницы на 8 сутки [12]

Под действием минимальной дозы протиоконазола длина побегов (82 мм) и корней (159 мм) превышала контроль. Под влиянием средней дозы протиоконазола показатели уменьшились, но не ниже контроля. Под воздействием максимальной

дозы протиоконазола APtPc 0:4:0 и соотношения APtPc 0:2:1, длина корней соответствует контролю, а длина побегов составила 80 мм. Под влиянием максимальной дозы прохлораза длина корней и побегов ниже контроля, в то время как при воздействии более низких доз, эти показатели превышают контроль. Результаты, полученные под действием всех трех доз протиоконазола, превышают контрольные показатели [12].

Под влиянием минимальной дозы азоксистробина (рис. 3.2.1.1.5б) длина побегов (77 мм) и корней (146 мм) незначительно превышала контроль. Применение средней дозы азоксистробина (рис. 3.2.1.1.5в) дало близкие результаты: 77 мм побегов и 142 мм корней. Увеличение дозы азоксистробина до максимальной (рис. 3.2.1.1.5г), как и на 4 сутки, не позволило получить длину побегов (59 мм) и корней (101 мм) выше контроля [12].

При обработке зерновок смесью фунгицидов в соотношении APtPc 0:1:1 длина корней (151 мм) и побегов (81 мм) превышали контроль. При увеличении дозы прохлораза (APtPc 0:1:2) длина корней была аналогична контролю, а длина побегов (80 мм) его превышала. Длина побегов под действием соотношения APtPc 0:1:4 аналогична контролю, а длина корней ниже на 6 мм. Под воздействием протиоконазола и прохлораза в соотношении APtPc 0:2:2, длина побегов аналогична контролю, а длина корней выше на 4 мм. Под влиянием соотношения APtPc 0:2:4, на 8 сутки, длина побегов составила – 54 мм, а корней – 101 мм. При воздействии на семена максимальной дозой протиоконазола и минимальной прохлораза (APtPc 0:4:1), получены результаты близкие к контролю среди побегов (74 мм) и корней (141 мм). Под действием доз APtPc 0:4:2, получены следующие результаты: 62 мм среди побегов и 123 мм среди корней [12, 13]. Под воздействием максимальных доз двух фунгицидов APtPc 0:4:4, длина побегов (16 мм) и корней (29 мм) значительно ниже контроля [12].

Как показано на рис. 3.2.1.1.5б, длина корней (158 мм) под влиянием минимальной дозы азоксистробина в сочетании с минимальной дозой прохлораза значительно превышает контроль, при этом длина побегов составила 79 мм. Длина побегов под действием APtPc 1:0:2 составила 77 мм, а корней – 139 мм.

Под действием минимальной дозы азоксистробина и максимальной дозы прохлораза (АРtРс 1:0:4), длина побегов (70 мм) и корней (125 мм) не превышали контроль. При обработке соотношением АРtРс 1:1:0, получен результат с наибольшей средней длиной побегов (84 мм), длина корней (159 мм) также значительно превышала контроль. При обработке смесью фунгицидов в соотношении АРtРс 1:1:1, получены схожие результаты для побегов (83 мм) и корней (159 мм). При обработке пшеницы АРtРс 1:1:2 получена аналогичная контролю длина побегов, длина корней также близка к контролю и отличается на 3 мм. Под влиянием АРtРс 1:1:4 и 1:2:1 получены одинаковые показатели длины побегов (64 мм), длины корней составили 118 и 111 мм, соответственно. Более высокие результаты среди побегов (75 мм) и корней (138 мм) получены под действием АРtРс 1:2:0. Результаты близкие к контролю получены под действием соотношения АРtРс 1:2:2: 77 мм для корней и 150 мм для побегов. Повышение дозы прохлораза до максимальной способствовало не только проявлению большого количества непроросших зерновок, но и общему сокращению длины побегов (44 мм) и корней (86 мм) [12, 13].

Согласно показателям, полученным под действием соотношения АРtРс 1:4:0, по сравнению с 4 сутками, длины побегов (69 мм) и корней (130 мм) стали отставать от показателей контроля. При влиянии соотношения АРtРс 1:4:1, на 8 сутки значительно увеличились длины побегов (65 мм) и корней (119 мм), но они так и не достигли показателей контроля. Среди образцов, обработанных соотношением фунгицидов АРtРс 1:4:2, длина побегов составила 43 мм, а корней – 83 мм. Под действием АРtРс 1:4:4 на 8 сутки длина побегов по сравнению с 4 сутками увеличилась на 7 мм, а корней на 14 мм.

Как видно из рис. 3.2.1.1.5в, у проростков, обработанных АРtРс 2:0:1, как и на 4 сутки, полученные результаты побегов (62 мм) и корней (123 мм) значительно ниже контроля. Под действием АРtРс 2:0:2 получены следующие результаты: 71 мм среди побегов и 135 мм среди корней. Среди образцов зерновок, обработанных дозами АРtРс 2:0:4, средняя длина побегов на 8 сутки составила 44 мм, а корней – 80 мм. Результаты определения длины побегов (76 мм) и корней (146 мм), получен-



ные под влиянием соотношения АРtРс 2:1:0, близки к контролю. Схожие результаты получены и при обработке соотношениями АРtРс 2:1:1, АРtРс 2:1:2: 78 мм среди побегов и 140 мм среди корней. Длина побегов (50 мм) и корней (91 мм) под влиянием соотношения АРtРс 2:1:4 на 8 сутки значительно увеличились по сравнению с показателями на 4 сутки, но не достигли контроля. Под влиянием соотношения АРtРс 2:2:0 получены следующие результаты: 69 мм среди побегов и 132 среди корней [13].

Максимальная длина корней (163 мм) на данном этапе получена под влиянием соотношения АРtРс 2:2:1, длина побегов (80 мм) также значительно превысила контроль. При действии соотношений АРtРс 2:2:2 и АРtРс 2:4:0 длина побегов составила по 58 мм, а корней – 103 и 107 мм, соответственно. Как и на 4 сутки, под влиянием соотношения АРtРс 2:2:4, по сравнению с контролем, получены достаточно низкие результаты: 11 мм побегов и 22 мм корней. У проростков под влиянием АРtРс 2:4:1, длина побегов достигла 49 мм, а корней – 98 мм. Результаты, полученные на 8 сутки после обработки дозами АРtРс 2:4:2: длина побегов – 27 мм, длина корней – 51 мм. Согласно результатам, полученным под влиянием соотношения АРtРс 2:4:4, длины побегов и корней в среднем достигли 1 мм [12].

Исходя из рис. 3.2.1.1.5г на 8 сутки при внесении прохлораза в минимальной дозе АРtРс 4:0:1 показатели длины побегов (60 мм) и корней (116 мм) не превышали контроль. Под действием АРtРс 4:0:2 и АРtРс 4:1:0 получены схожие результаты: 57 и 62 мм среди побегов, 107 и 114 мм среди корней, соответственно. При обработке максимальными дозами азоксистробина и прохлораза (АРtРс 4:0:4), как и на 4 сутки, получены низкие показатели длины побегов (15 мм) и корней (26 мм) [12].

Под влиянием АРtРс 4:1:1 и АРtРс 4:2:0 обнаружены схожие между собой результаты: 44 и 48 мм среди побегов, 82 и 90 мм среди корней, соответственно. Под действием соотношения АРtРс 4:4:0 показатели длины побегов (9 мм) и корней (16 мм) значительно ниже. Под действием соотношения АРtРс 4:1:2 и АРtРс 4:2:1 длина корней составила по 49 мм, а побегов 27 и 29 мм. При обработке АРtРс 4:1:4 и АРtРс 4:4:1 получены более низкие результаты: 18 и 17 мм среди побегов, 34 и 32

мм среди корней. Длина побегов под влиянием АРtРс 4:2:2 составила 23 мм, а корней 44 мм. Под действием доз АРtРс 4:2:4 получены одни из самых низких результатов длины побегов (3 мм) и корней (5 мм) на 8 сутки. Длина побегов под влиянием АРtРс 4:4:2 составила 5 мм, а корней 10 мм. Результаты, полученные под действием максимальных доз всех трех фунгицидов, остались неизменными по сравнению с 4 сутками: побеги и корни отсутствуют.

На 8 сутки большое количество ингибированных зерновок проросло, но среди уже проросших обнаружена неравномерная скорость роста побегов и корней. Помимо отмеченных соотношений на 4 сутки, на 8 сутки близкими или превышающими контроль являются следующие соотношения: АРtРс 0:2:0, АРtРс 0:2:1, АРtРс 0:4:0, АРtРс 1:2:2, АРtРс 2:2:1. На рис. 3.2.1.1.5г, не смотря на увеличение длины корней и побегов, по-прежнему выражен эффект ингибирования роста среди образцов, обработанных высокими дозами д.в.

На 12 сутки (рис. 3.2.1.1.6а) видно, что средняя длина побегов среди проросших зерновок в контроле достигла 103 мм, а длина корней – 232 мм. В контрольном варианте с растворителем циклогексаном получены аналогичные результаты: 106 мм длина побегов и 209 мм длина корней. Под влиянием минимальной дозы прохлораза длина побегов (114 мм) и корней (254 мм) превышали контроль. Под действием средней дозы прохлораза получены схожие результаты для средней длины побегов: 116 мм, длина корней несколько меньше и составила 239 мм. При применении на проростки максимальной дозы прохлораза длина побегов на 12 сутки соответствовала контролю, длина корней меньше на 3 мм [13].

Результаты длины побегов (101 мм) и корней (228 мм), полученные под влиянием минимальной дозы азоксистробина АРtРс 1:0:0 (рис. 3.2.1.1.6б), незначительно меньше показателей контроля [12, 13]. При обработке средней дозой азоксистробина на 12 сутки (рис. 3.2.1.1.6в), результаты не превышают контроль: 97 мм побегов и 205 мм корней. Более низкие показатели длины побегов (88 мм) и корней (182 мм) получены под влиянием максимальной дозы азоксистробина (рис.3.2.1.1.6г) [13]. Длина побегов и корней линейно уменьшалась с увеличением дозы азоксистробина.

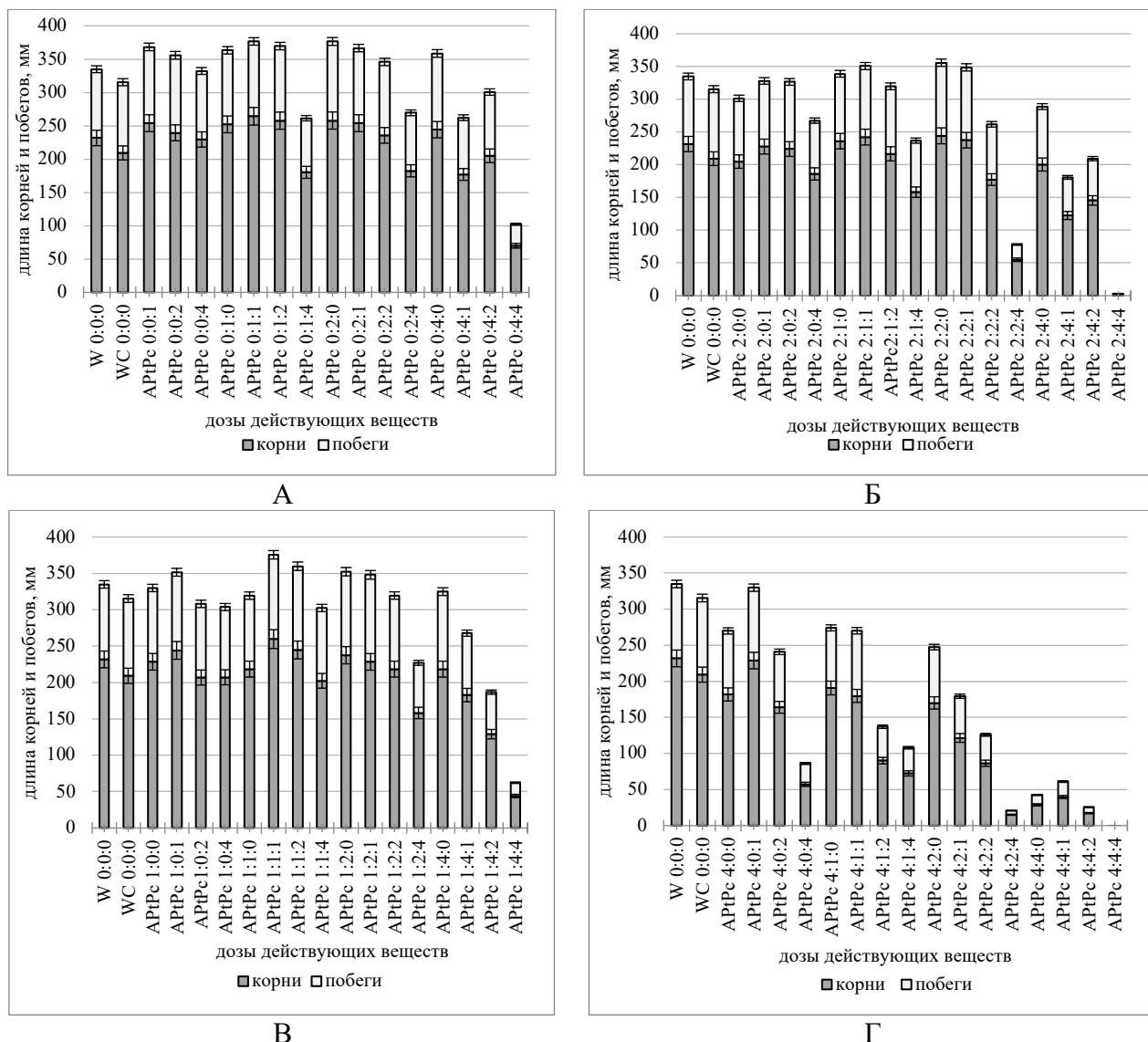


Рисунок 3.2.1.1.6 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на длину побегов и корней проростков пшеницы на 12 сутки

Под действием ARtPc 0:2:1 длина побегов составила 113 мм, а корней – 254 мм. Под действием средней дозы протиоконазола ARtPc 0:2:0 и ARtPc 0:1:2 длина среди корней составила по 258 мм, а среди побегов – 119 и 112 мм, соответственно. Под воздействием максимальной дозы протиоконазола ARtPc 0:4:0, длина корней (244 мм) и побегов (114 мм) превышали контроль. Под влиянием смеси фунгицидов в соотношении ARtPc 0:1:1, длина побегов (112 мм) и корней (258 мм), как и на 8 сутки, превышали контроль. Несмотря на то, что на 8 сутки показатели, полученные при обработке фунгицидами в соотношении ARtPc 0:1:4 были близки к контролю, на 12 сутки длина побегов (81 мм) и корней (180 мм) значительно ниже контроля. Под воздействием протиоконазола и прохлораза в соотношении ARtPc

0:2:2, длина побегов составила 110 мм, а длина корней 236 мм. На 12 сутки под влиянием соотношения АРtРс 0:2:4, длина побегов составила 87 мм, а корней – 182 мм. Несмотря на то, что на 8 сутки оба показателя были близки к контролю, на 12 сутки при воздействии доз АРtРс 0:4:1, полученные длина побегов (85 мм) и корней (177 мм) ниже контроля. Под влиянием доз АРtРс 0:4:2, получены более высокие результаты: 96 мм среди побегов и 205 мм среди корней [13]. В результате действия максимальных доз двух фунгицидов АРtРс 0:4:4, длина побегов достигла 32 мм, а корней – 70 мм. Данные показатели увеличились почти в два раза, но остались значительно ниже контроля.

Как видно из рис. 3.2.1.1.6б, результаты, полученные под влиянием минимальной дозы азоксистробина АРtРс 1:0:0, незначительно меньше показателей контроля: длина побегов составила 101 мм, а корней – 228 мм. Длина корней (244 мм) и побегов (107 мм) под влиянием соотношения АРtРс 1:0:1 превышают контроль. Длина побегов (101 мм) и корней (207 мм) под влиянием АРtРс 1:0:2 близки к контролю [12, 13]. Под действием минимальной дозы азоксистробина и максимальной дозы прохлораза (АРtРс 1:0:4), длина корней аналогична предыдущему соотношению, а длина побегов уступает на 4 мм. При обработке АРtРс 1:1:0 и АРtРс 1:2:2 на 12 сутки, получены идентичные результаты: длина побегов – 101 мм, длина корней – 218 мм. При обработке пшеницы дозами АРtРс 1:1:1 длина побегов (116 мм) и корней (260 мм) значительно превышали контроль. Под влиянием доз АРtРс 1:1:2 и АРtРс 1:2:0 получены идентичные между собой результаты длины побегов – 115 мм, длины корней составили 245 и 238 мм. Под действием АРtРс 1:1:4 длины побегов (100 мм) и корней (202 мм) не превысили контроль. В отличие от результатов, полученных на 8 сутки, на 12 сутки длина побегов (120 мм) и корней (228 мм) под влиянием доз АРtРс 1:2:1, были выше контроля. При обработке соотношением АРtРс 1:2:4 получены более низкие результаты: длина побегов – 69 мм, корней – 158 мм. Под действием АРtРс 1:4:0, длина побегов составила 107 мм, корней – 218 мм. При внесении в смесь прохлораза, показатели уменьшались прямо пропорционально увеличению его концентрации. Под действием соотношения АРtРс 1:4:1, длина побегов – 85 мм, а корней – 183 мм. При действии соотношения фунгицидов

APtPc 1:4:2, длина побегов – 58 мм, а корней – 129 мм. На 12 сутки под влиянием смеси в соотношении APtPc 1:4:4 длина побегов составила 18 мм, а корней – 44 мм [13].

Как видно из рис. 3.2.1.1.6в, при добавлении минимальной и средней дозы прохлораза APtPc 2:0:1 и APtPc 2:0:2 получены результаты: 100 и 103 мм среди побегов, 228 и 224 мм среди корней, соответственно. При максимальной дозе прохлораза в этом соотношении APtPc 2:0:4 длина побегов на 12 сутки составила только 81 мм, а корней – 186 мм. Результаты по длине побегов (103 мм), полученные под влиянием соотношений APtPc 2:1:0, APtPc 2:1:2 идентичны контролю, при этом длины корней составили по 236 и 217 мм [12, 13]. Под влиянием доз APtPc 2:1:1 получены результаты, превышающие контроль по длине побегов (109 мм) и корней (242 мм). Длины побегов (79 мм) и корней (158 мм) под влиянием соотношения APtPc 2:1:4 на 12 сутки значительно ниже контроля. Под действием соотношений APtPc 2:2:0 и APtPc 2:2:1 получены схожие между собой результаты среди побегов (112 и 111 мм) и корней (244 и 238 мм). Под влиянием соотношений APtPc 2:2:2 и APtPc 2:4:0 длина побегов составила по 84 и 89 мм, а корней – 177 и 200 мм. При воздействии соотношения APtPc 2:2:4, на 12 сутки также получены низкие результаты длины побегов (23 мм) и корней (55 мм) относительно контроля. Длина побегов под влиянием APtPc 2:4:1 составила 58 мм, а длина корней достигла 123 мм. После обработки пшеницы дозами APtPc 2:4:2 на 12 сутки длина побегов (64 мм) и корней (145 мм) значительно ниже контроля. На 12 сутки среди образцов, полученных под влиянием соотношения APtPc 2:4:4, длина побегов составила 1 мм, а корней – 2 мм.

Как видно из рис. 3.2.1.1.6г, на 12 сутки при действии соотношения APtPc 4:0:1 показатели длины побегов (101 мм) и корней (229 мм) приблизились к контролю. Под действием APtPc 4:0:2 и APtPc 4:2:0, получены схожие между собой результаты длины побегов (77 мм) и корней (170 мм), не превышающие контроль. При обработке дозами APtPc 4:0:4, получены низкие показатели длины побегов (29 мм) и корней (57 мм) [13]. Под действием APtPc 4:1:1 и APtPc 4:1:0 получены схожие между собой результаты: 83 и 90 мм среди побегов, 191 и 180 мм среди корней,

соответственно. После воздействия дозами АРtРс 4:1:2 и АРtРс 4:2:2 на 12 сутки длина побегов составила 47 и 39 мм, а корней 90 и 86 мм. Длина побегов под влиянием доз АРtРс 4:1:4 составила 36 мм, а корней 72 мм. При действии АРtРс 4:2:1, длина побегов составила 58 мм, а корней 121 мм [13]. Под действием соотношения АРtРс 4:4:0 длины побегов составила 14 мм, длина корней – 29 мм. После обработки образцов дозами АРtРс 4:4:1 на 12 сутки получены несколько более высокие результаты: 21 мм среди побегов, 40 мм среди корней. Под действием доз АРtРс 4:2:4 и АРtРс 4:4:2, длины побегов достигли 6 и 8 мм, корней – 15 и 17 мм. Побеги и корни под влиянием максимальных доз всех трех фунгицидов отсутствуют.

На 12 сутки был отмечен переход части аномальных набухших зерновок в категорию непроросших. Применение всех трех или хотя бы двух максимальных доз фунгицидов способствует как сокращению количества нормально проросших зерновок, так и имеет негативное последствие в виде ингибирования роста побегов и корней. Это связано с замедлением прорастания. Таким образом, длина проростков после обработки д.в. в высоких дозах так и не достигла показателей контроля. При этом часть образцов после обработки более низкими дозами фунгицидов быстрее выростала в первые несколько суток, а затем замедляла рост, оставаясь близкими к контролю. На 12 сутки близкими или превышающими контроль являются следующие соотношения: АРtРс 1:1:1, АРtРс 1:1:2, АРtРс 1:2:1, АРtРс 2:1:1, АРtРс 2:2:1.

Изучена длина второго листа пшеницы. Микростадия ВВСН 12 (стадия двух листьев) наступает, когда разворачивается второй настоящий лист и показывается верхушка 3-го листа. Длина второго листа больше, чем длина последующих 3-го и 4-го листьев. Известно в частности, что признак «длина второго листа» можно использовать при оценке озимой пшеницы по признаку «морозостойкость» [47]. Длина второго листа может служить показателем выхода проростков из стресса, вызванного применением д.в. и их комбинаций.

Из рис. 3.2.1.1.7а видно, что средняя длина второго листа в контроле составила 42 мм, а при добавлении циклогексанона – 43 мм. Под действием доз АРtРс 0:0:1 длина второго листа составила 48 мм, что превышало контроль. При применении

средней дозы прохлораза АРtРс 0:0:2 на проростки пшеницы – 49 мм [12]. При воздействии на проростки максимальной дозой прохлораза, длина второго листа сократилась до 45 мм, но превышала контроль.

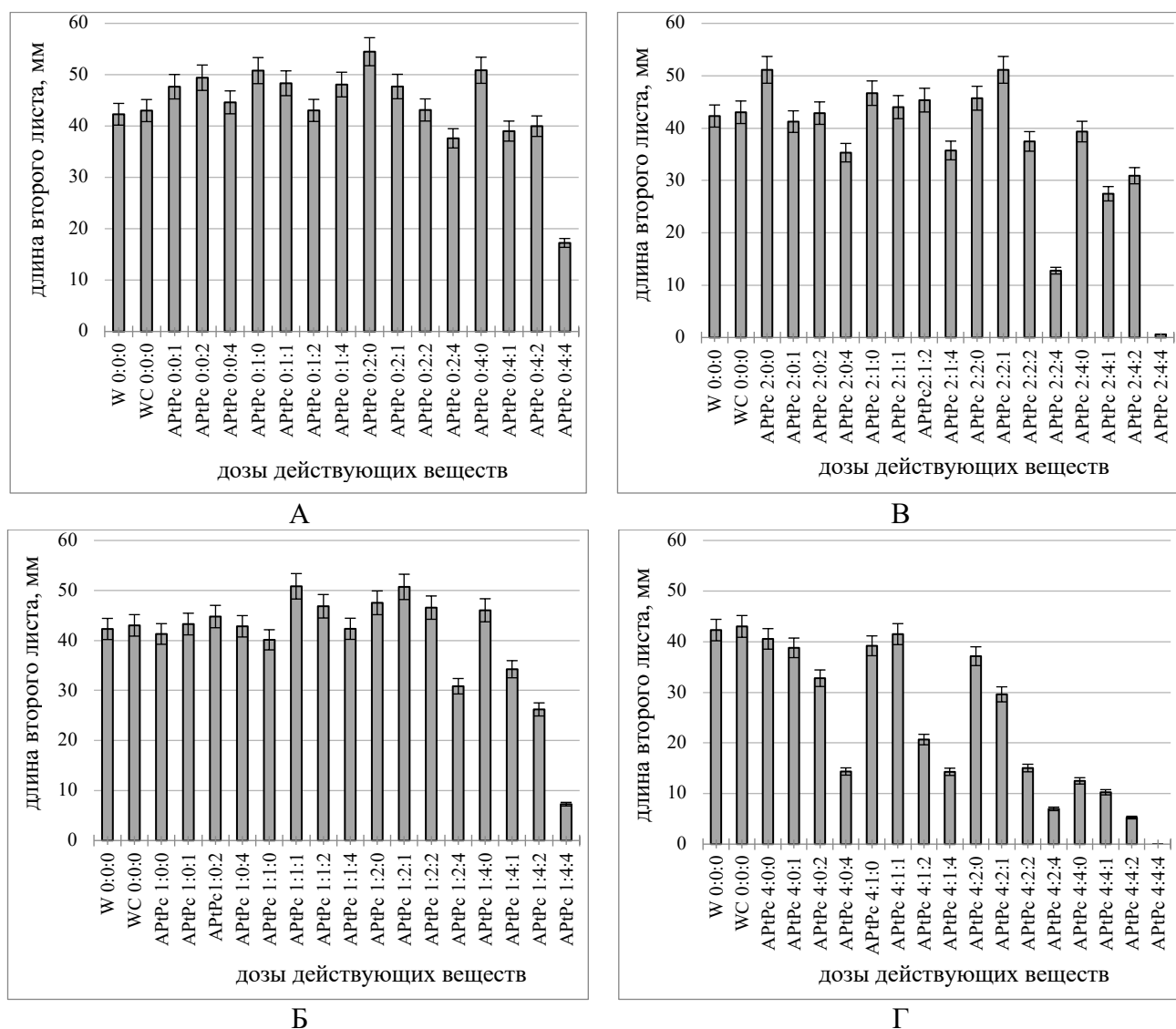


Рисунок 3.2.1.1.7 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на длину второго листа пшеницы

Под действием минимальной дозы протиоконазола (АРtРс 0:1:0) длина второго листа составила 51 мм. Под влиянием доз АРtРс 0:2:0 показатель увеличился, длина второго листа составила 54 мм. Под воздействием максимальной дозы протиоконазола АРtРс 0:4:0 длина второго листа составила 51 мм.

Длина второго листа после действия всех доз прохлораза и протиоконазола превышала контрольные показатели.

Длина второго листа (41 мм) под действием АРtРс 1:0:0 (рис. 3.2.1.1.7б) незначительно отличается от контроля. При обработке средней дозой АРtРс 2:0:0 (рис.

3.2.1.1.7в) длина второго листа (51 мм) превышала контроль. Под влиянием APtPc 4:0:0 (рис. 3.2.1.1.7г) длина второго листа (41 мм) не превысила контроль.

При обработке зерновок смесью фунгицидов в соотношении APtPc 0:1:1 длина второго листа (48 мм) несколько уменьшилась, но по-прежнему превышала контроль. При увеличении дозы прохлораза (APtPc 0:1:2) длина второго листа практически соответствовала контролю. Длина второго листа под действием соотношения APtPc 0:1:4 и APtPc 0:2:1 составила 48 мм. Под воздействием протиоконазола и прохлораза в соотношении APtPc 0:2:2 длина второго листа аналогична контролю.

Под влиянием соотношения APtPc 0:2:4 длина второго листа была меньше контроля на 4 мм. При обработке наибольшей дозой протиоконазола и наименьшей прохлораза (APtPc 0:4:1) результаты (39 мм) также ниже контроля. Под действием смеси в соотношении APtPc 0:4:2, длина второго листа достигла 40 мм. Под воздействием максимальных доз двух фунгицидов APtPc 0:4:4, длина второго листа (17 мм) значительно ниже контроля.

Как показано на рис. 3.2.1.1.7б, длина второго листа под влиянием доз соотношений APtPc 1:0:1 и APtPc 1:0:4 составила по 43 мм. Длина второго листа среди проростков под действием APtPc 1:0:2 составила 45 мм. При обработке соотношением APtPc 1:1:0, получен следующий результат ниже контроля (40 мм). При обработке смесью фунгицидов в соотношениях APtPc 1:1:1 и APtPc 1:2:1 получены идентичные между собой результаты (51 мм), превышающие контроль. При обработке пшеницы соотношениями APtPc 1:1:2 и APtPc 1:2:2 получены результаты (47 мм), превышающие контроль. Под влиянием APtPc 1:1:4 длина второго листа (42 мм) соответствует контролю. Увеличение длины второго листа (48 мм) получено под действием соотношения APtPc 1:2:0. Под действием соотношения APtPc 1:2:4, длина второго листа (31 мм) ниже контроля. Под действием соотношения APtPc 1:4:0 длина второго листа составила 46 мм. При влиянии соотношения APtPc 1:4:1 длина второго листа (34 мм) не достигла показателей контроля. Среди образцов, обработанных соотношением APtPc 1:4:2, длина второго листа составила 26 мм, а под действием APtPc 1:4:4 – 7 мм.

Из рис. 3.2.1.1.7в видно, что при обработке дозами APtPc 2:2:1, длина второго



листа (51 мм) превышала контроль. Среди проростков, обработанных АРtРс 2:0:1, длина второго листа (41 мм) была близка к контролю. Под действием АРtРс 2:0:2 полученный результат соответствовал контролю. Среди образцов, обработанных дозами АРtРс 2:0:4, средняя длина второго листа составила 35 мм. Длина второго листа под влиянием соотношения АРtРс 2:1:0, превышала контроль на 5 мм. При внесении минимальной дозы протиоконазола АРtРс 2:1:1 длина второго листа составила 44 мм. Под влиянием соотношения АРtРс 2:1:2 получен схожий результат: 45 мм. Длина второго листа (36 мм) под влиянием соотношения АРtРс 2:1:4 не достигла контроля. При действии соотношений АРtРс 2:2:2 получен схожий результат: 37 мм. Под влиянием соотношения АРtРс 2:2:0 длина второго листа составила 46 мм. При действии соотношения АРtРс 2:4:0 длина второго листа – 39 мм. Один из наиболее низких показателей получен под влиянием соотношения АРtРс 2:2:4 – 13 мм. У проростков под влиянием АРtРс 2:4:1 длина второго листа достигла 27 мм, а АРtРс 2:4:2 – 27 мм. Под влиянием соотношения АРtРс 2:4:4 длина второго листа в среднем достигла 1 мм.

Исходя из данных на рис. 3.2.1.1.7г, все результаты не превышают контроль для данного показателя. Под влиянием АРtРс 4:1:1 длина второго листа составила 41 мм. При внесении прохлораза или протиоконазола в минимальной дозе (АРtРс 4:0:1, АРtРс 4:1:0) длина второго листа (39 мм) сократилась. Под действием АРtРс 4:0:2, длина второго листа достигла 33 мм. При обработке дозами АРtРс 4:0:4 и АРtРс 4:1:4, установлены достаточно низкие показатели длины второго листа – 14 мм. Под действием соотношения АРtРс 4:1:2 получен более высокий результат – 21 мм. Под влиянием АРtРс 4:2:0 – 37 мм, а под действием АРtРс 4:2:1 – 30 мм. Длина второго листа под влиянием АРtРс 4:2:2 составила 15 мм. Под действием доз АРtРс 4:2:4 почти в два раза меньше (7 мм). Под действием соотношения АРtРс 4:4:0 получен более высокий результат – 13 мм. При обработке дозами АРtРс 4:4:1 длина второго листа достигла только 10 мм. Длина второго листа под влиянием АРtРс 4:4:2 составила 5 мм, а под влиянием АРtРс 4:4:4 – 0 мм.

Способствующими росту второго листа (длина больше контроля) и имеющими не менее трех веществ в составе, являются следующие соотношения: АРtРс

1:1:1, APtPc 1:1:2, APtPc 1:1:4, APtPc 1:2:1, APtPc 1:2:2, APtPc 2:1:1, APtPc 2:1:2, APtPc 2:2:1. На рис. 3.2.1.1.7 г, несмотря на прирост в показателях длины побегов в целом, среди длин второго листа отсутствуют результаты, превышающие контроль, наиболее близкими являются соотношения APtPc 4:0:0 и APtPc 4:1:1. Сочетание максимальных и средних доз прохлораза и азоксистробина (APtPc 2:0:4, APtPc 2:1:4, APtPc 2:2:4, APtPc 2:4:4, APtPc 4:0:2, APtPc 4:0:4, APtPc 4:1:2, APtPc 4:1:4, APtPc 4:2:2, APtPc 4:2:4, APtPc 4:4:2 и APtPc 4:4:4) давали наиболее выраженный ингибирующий эффект.

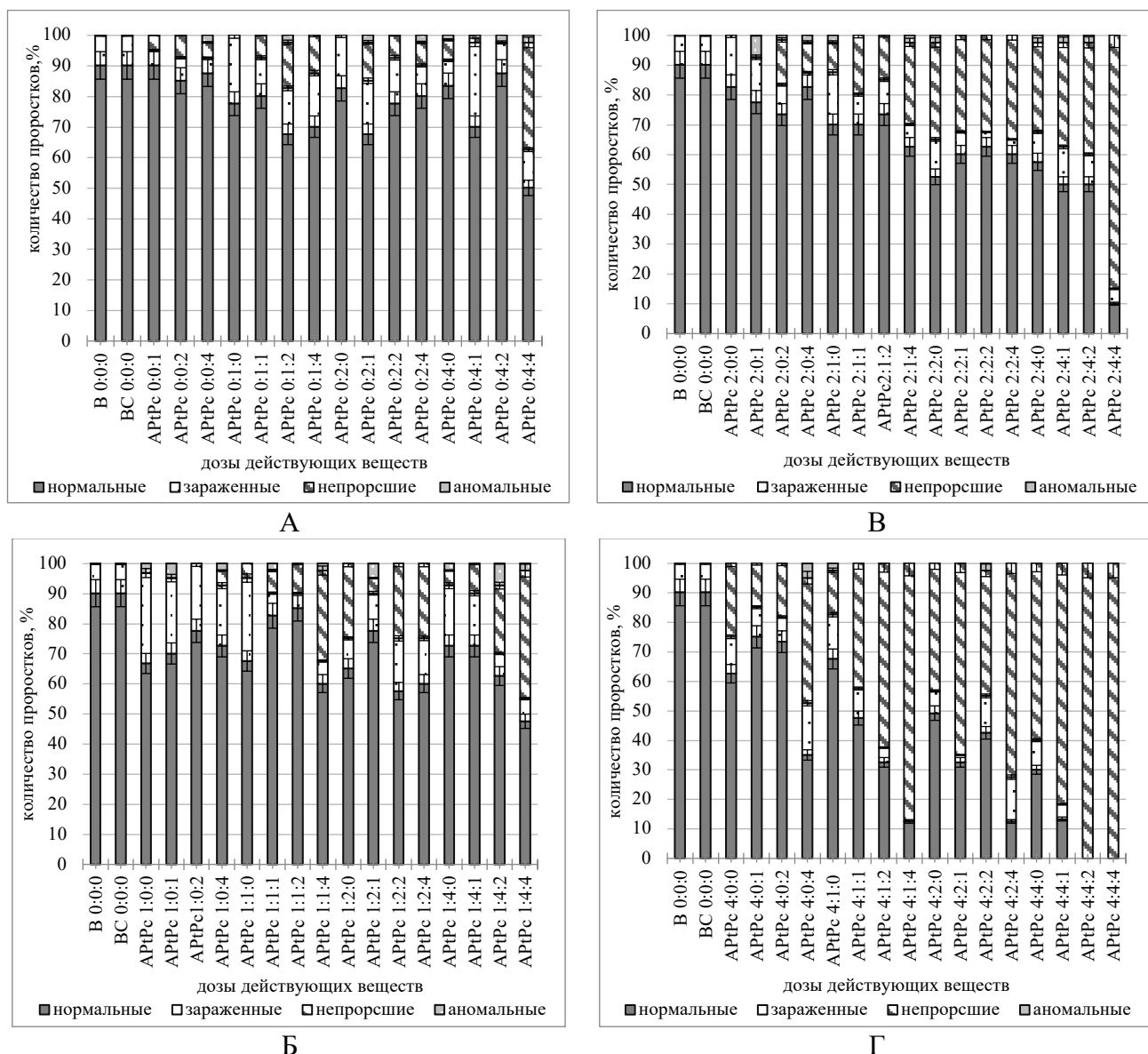


Рисунок 3.2.1.1.8 – Влияние азоксистробина (А), протиокназола (Pt) и прохлораза (Pc) на энергию прорастания зерновок ячменя на 3 сутки [12]

Проводили аналогичные измерения на проростках ячменя (рис. 3.2.1.1.8 –

3.2.1.1.9). Полученные результаты соответствуют результатам на пшенице. Однако, зерновки и проростки ячменя проявили большую устойчивость к воздействию фунгицидов. Общая динамика имеет сходство, но по сравнению с пшеницей есть небольшие отличия: на 7 сутки под действием доз АРtРс 4:4:0 количество нормальных проростков составило 58% (значительно выше, чем у пшеницы), зараженных – 17 % и непроросших – 25 %.

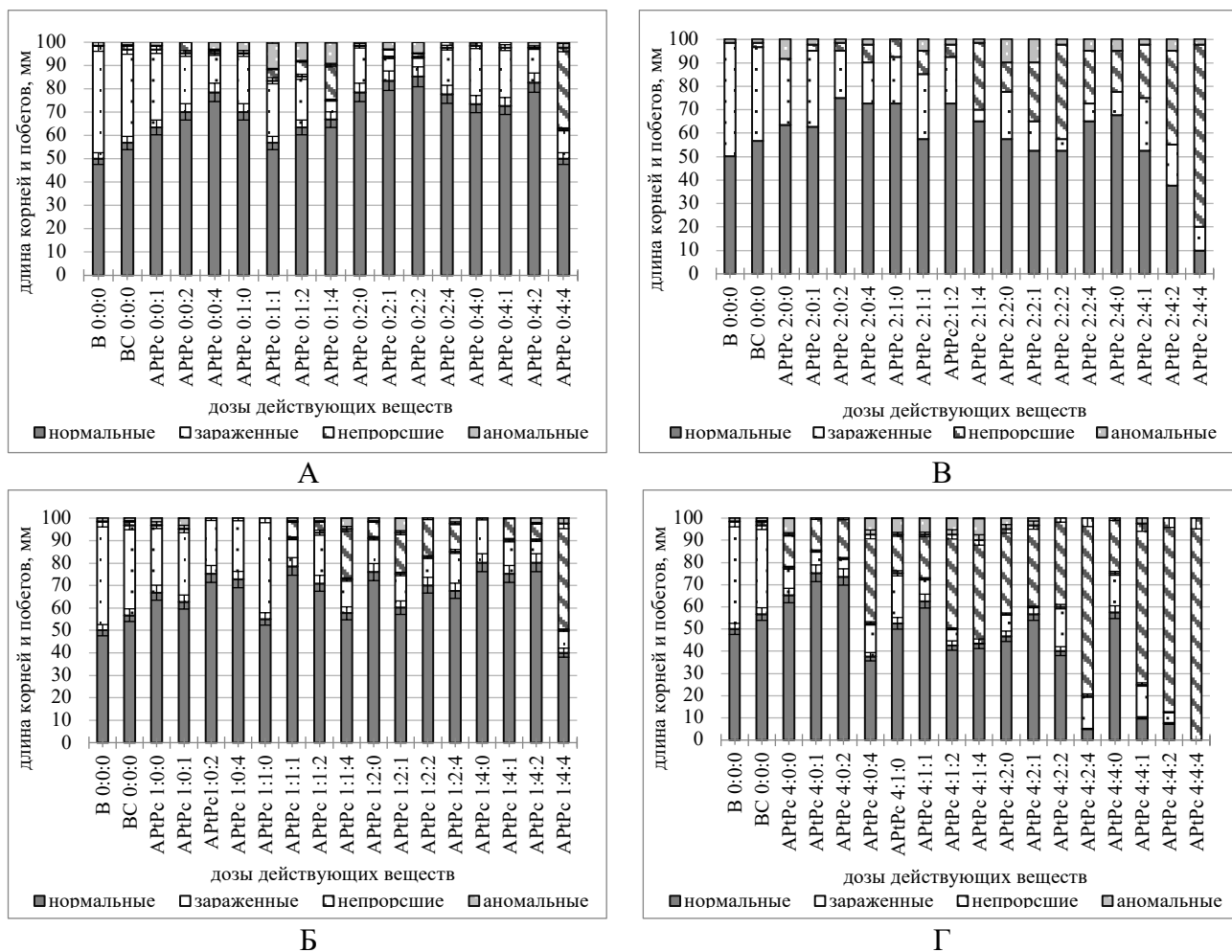


Рисунок 3.2.1.1.9 – Влияние азоксистробина (А), протиокконазола (Pt) и прохлораз (Pc) на энергию прорастания зерновок ячменя на 7 сутки [12]

На рис. 3.2.1.1.10 под действием доз АРtРс 2:0:2 получены более низкие результаты (побеги – 62 мм, корни – 84 мм), по сравнению с результатами на пшенице, но на 12 сутки длина корней и побегов под влиянием данных доз соответствует результатам на пшенице. Результаты по исследованию длины корней и побегов ячменя, представленные на рис. 3.2.1.1.10(а-г), соответствуют результатам на

пшенице за аналогичный период (рис. 3.2.1.1.4). Длина побегов на 7 сутки в контрольном варианте – 91 мм, корней – 114 мм. На 7 сутки есть небольшие расхождения с результатами на пшенице.

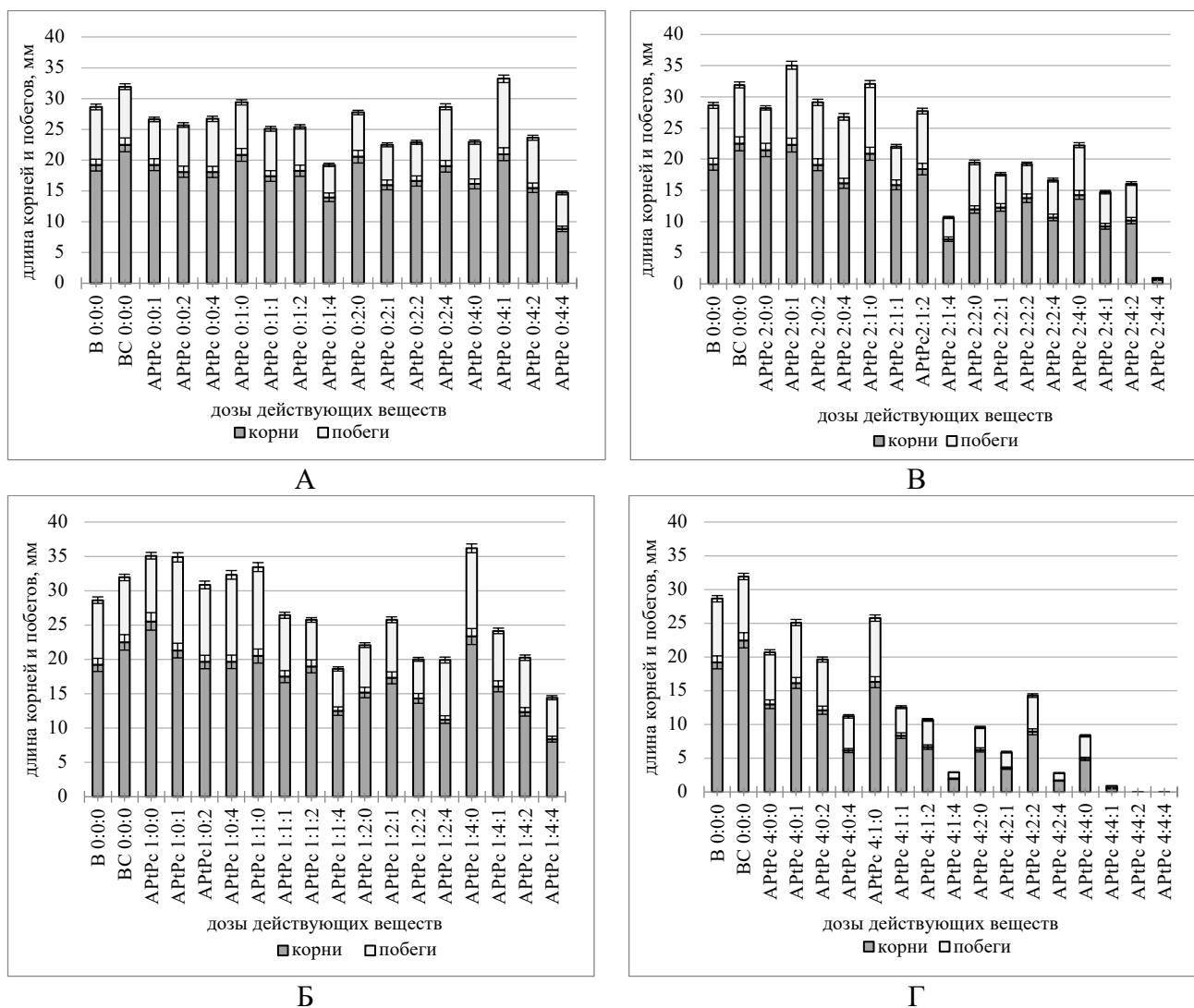


Рисунок 3.2.1.1.10 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на длину корней и побегов ячменя на 3 сутки

Согласно рис.3.2.1.1.11, под влиянием соотношений APtPc 2:0:4, APtPc 2:2:4 и APtPc 4:4:0 получены результаты, превышающие аналогичные на пшенице: побеги – 77 мм и корни – 102 мм, побеги – 54 мм и корни – 78 мм, побеги – 34 мм и корни – 56 мм, соответственно.

Согласно рис. 3.2.1.1.12 на 12 сутки длина побегов ячменя составила 115 мм, корней – 143 мм. На рис. 3.2.1.1.12а под влиянием соотношения APtPc 0:2:4 получены более высокие результаты, соответствующие контролю: длина побегов – 71 мм, длина корней – 119 мм. На рис. 3.2.1.1.12б под действием соотношения APtPc

2:0:4 полученный результат, как и на 7 сутки, превышает результат на пшенице: побеги – 115 мм, корни – 213 мм. Под действием соотношений APtPc 2:2:4 и APtPc 4:4:0 также сохраняется ранее отмеченная тенденция и длина побегов составила 87 и 44 мм, длина корней – 176 и 92 мм, соответственно. При этих же дозах было отмечено более высокое количество нормальных проростков, что может объяснять расхождения и в длине побегов и корней.

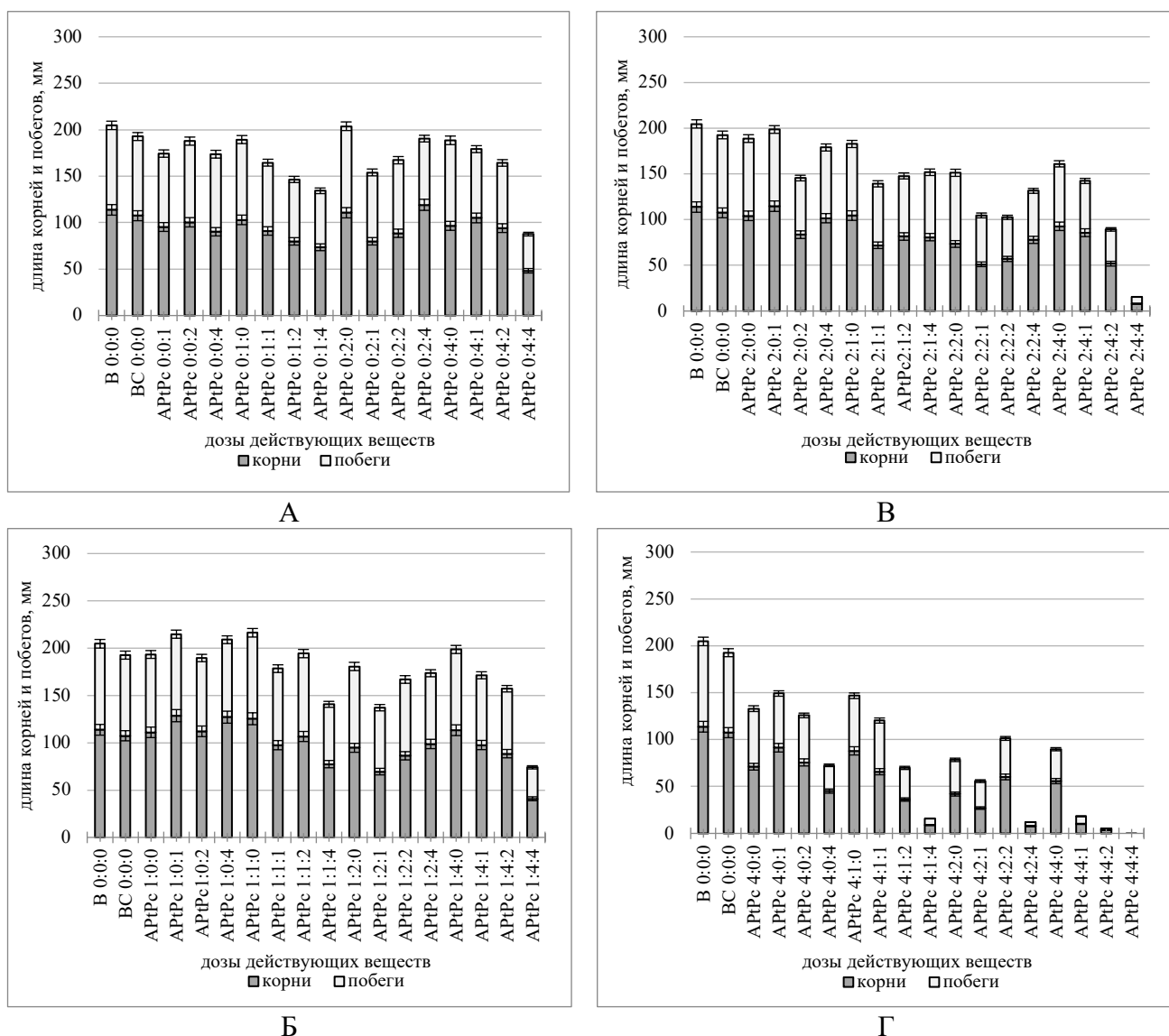


Рисунок 3.2.1.1.11 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на длину корней и побегов ячменя на 7 сутки

Согласно исследованиям длины второго листа, у ячменя по сравнению с пшеницей средняя длина в два раза короче независимо от д.в. Из рис. 3.2.1.1.13а видно, что средняя длина второго листа среди проросших зерновок ячменя в контрольном

варианте составила 21 мм, а длина в контрольном варианте при добавлении циклогексанона 20 мм. Наибольшая длина достигнута под влиянием АРtРс 0:0:2 – 29 мм. Под действием доз АРtРс 0:1:0, АРtРс 0:1:4 и АРtРс 0:4:1 длина второго листа также незначительно больше контроля: 25 мм, 23 мм и 24 мм, соответственно. Наиболее низкие результаты получены под действием соотношений АРtРс 0:1:2 (17 мм) и АРtРс 0:4:4 (14 мм).

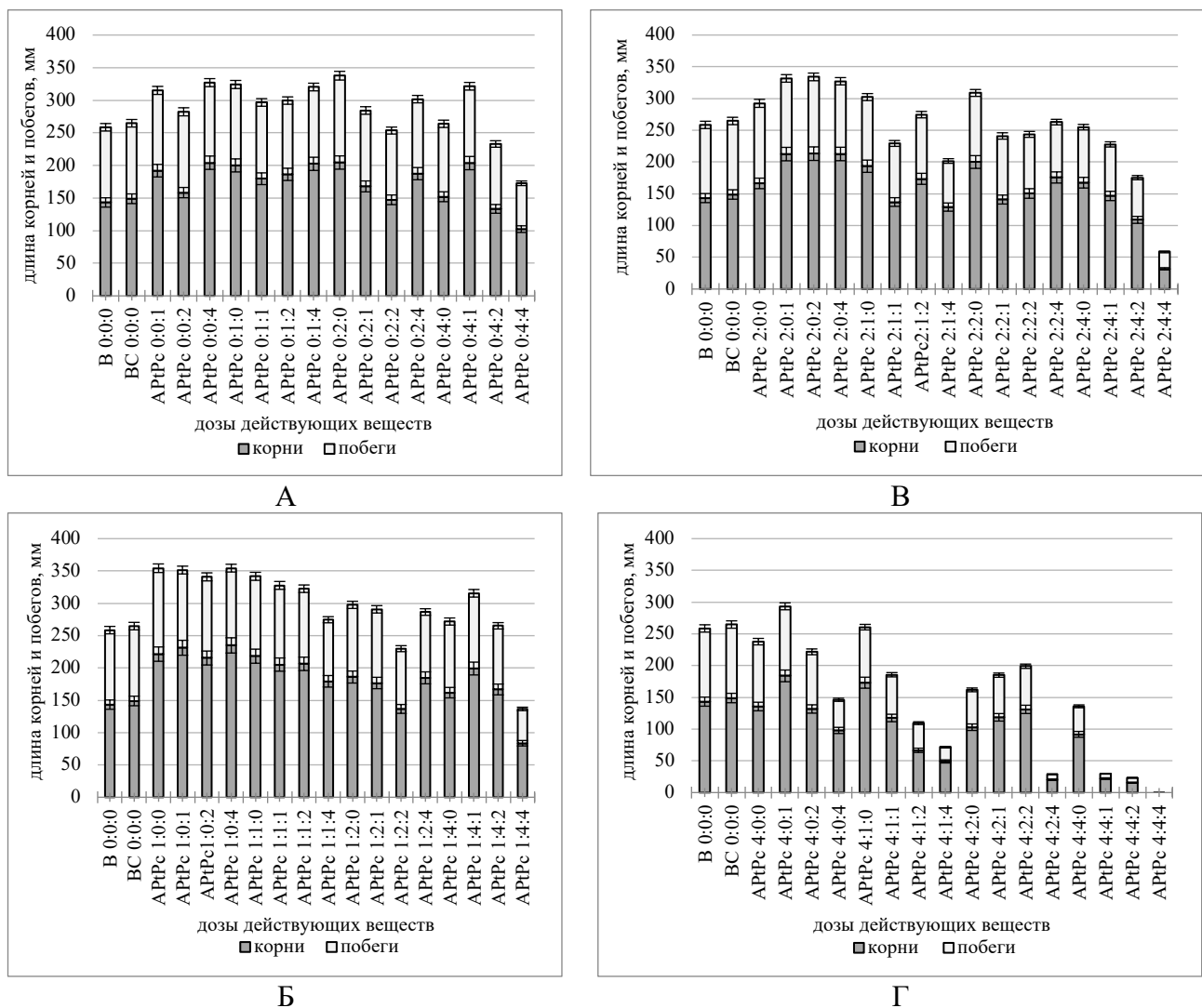
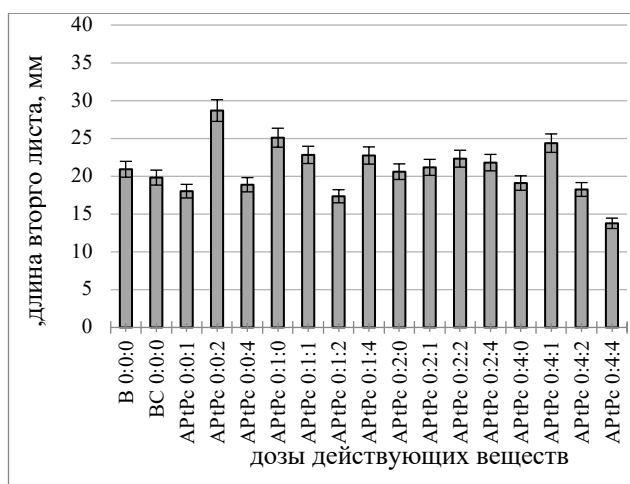
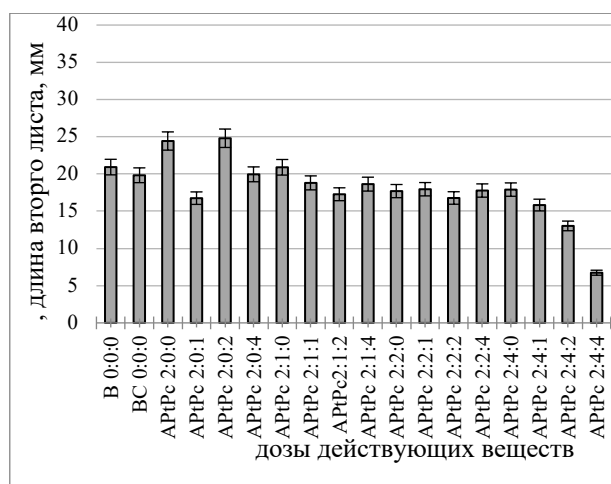


Рисунок 3.2.1.1.12 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на длину корней и побегов ячменя на 12 сутки [6, 8]

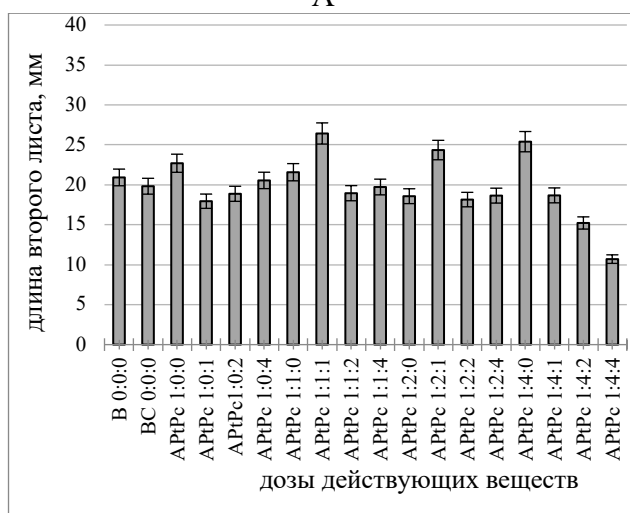
На рис. 3.2.1.1.136 показатели под действием соотношений АРtРс 1:1:1, АРtРс 1:2:1, АРtРс 1:4:0 – 26 мм, 24 мм, 25 мм, соответственно были больше контроля [13]. Значительно ниже контроля были средние длины второго листа под влиянием соотношений АРtРс 1:4:2 (15 мм) и АРtРс 1:4:4 (11 мм).



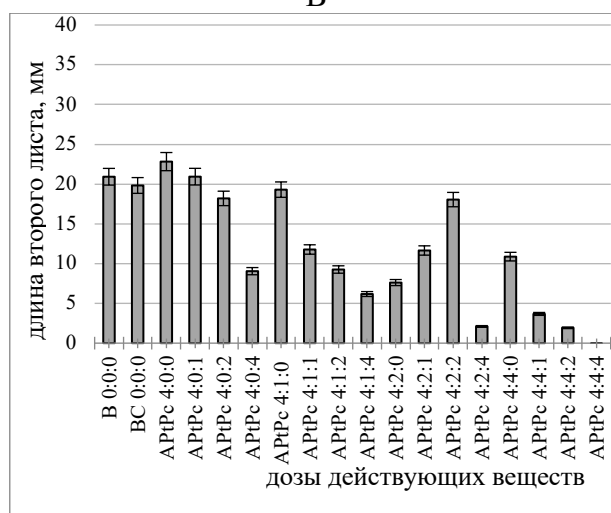
А



В



Б



Г

Рисунок 3.2.1.1.13 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на длину второго листа ячменя

На рис. 3.2.1.1.13в наибольшая длина второго листа достигнута под действием соотношений APtPc 2:0:0 и APtPc 2:0:2: 24 мм и 25 мм, соответственно. Под влиянием соотношений APtPc 2:0:1, APtPc 2:1:2, APtPc 2:2:2 получены низкие результаты – по 17 мм. Под действием доз APtPc 2:4:1 – 16 мм, под действием доз APtPc 2:4:2 и APtPc 2:4:4 наиболее низкие – 13 мм и 7 мм, соответственно.

Согласно рис. 3.2.1.1.13г показатели растений (23 мм) под действием доз APtPc 4:0:0 незначительно превысили контроль. Под влиянием соотношений APtPc 4:1:1 и APtPc 4:2:1 длина второго листа составила по 12 мм, под влиянием соотношения APtPc 4:4:0 – 11 мм. Более низкий результат получен под действием доз APtPc 4:0:4, APtPc 4:1:2 – по 9 мм, а под влиянием соотношения APtPc 4:2:0 – 8 мм. Самые низкие результаты получены под действием доз APtPc 4:1:4, APtPc 4:2:4,

APtPc 4:4:1, APtPc 4:4:2 и APtPc 4:4:4 – 6 мм, 2 мм, 4 мм, 2 мм и 0 мм, соответственно.

Появление и нормальное развитие второго (а затем третьего) листа являются свидетельством здорового роста растения и начала стадии кущения. Процесс кущения состоит в том, что почка, лежащая у основания первого листа, увеличивается, отодвигает его и формирует первый боковой побег [82, 103]. В дальнейшем в пазухах нижних листьев боковых побегов закладываются новые почки, которые могут давать боковые побеги второго, третьего и большего числа порядков. Одновременно с образованием боковых побегов формируется вторичная корневая система. Если первичные корни образуются из зародыша зерна и проникают глубоко в землю, то вторичные корни развиваются из узла кущения и размещаются в основном в поверхностном слое. В случае, когда вторичные стебли и корни не образуются, главный стебель развивается в результате деятельности только первичных корней, что сильно снижает возможную продуктивность растений. Таким образом, величина и качество урожая сельскохозяйственных культур зависят от мощности развития как надземной части, так и корневой системы растений [50, 103].

### **2.1.2 Влияние азоксистробина, протиоконазола, прохлораза на сухую массу проростков**

Определяли массу сухого вещества (далее масса) побегов, корней и зерновок. Результаты позволяют оценить перемещение запасных питательных веществ из зерновки в зародыш и в растущие вегетативные органы в период с 4 по 8 сутки (в темноте). Можно оценить влияние д.в. на донорно-акцепторные отношения между эндоспермом зерновки и вегетативными органами проростка [14].

Масса зерновок в контроле (W 0:0:0) составила 779,7 мг, а при использовании растворителя циклогексанола (WC 0:0:0) 828,0 мг. Статистически данные результаты равнозначны. На рис. 3.2.1.2.1а, на 4 сутки масса зерновок под влиянием доз APtPc 0:4:4, 4:4:1, 4:4:2, 4:4:4 превышала контроль (t-критерий по 0,5). Масса корней в контроле составила 32,6 мг, а масса побегов – 42,9 мг. В контрольном варианте с циклогексаноном (WC 0:0:0) масса корней составила 30,7 мг, побегов – 42,1 мг.



Под действием прохлораза (рис. 3.2.1.2.1а) APtPc 0:0:1 массы корней и побегов незначительно превышали контроль, а под действием APtPc 0:0:2 они возросли. Максимальная доза прохлораза (APtPc 0:0:4) на начальных этапах роста отрицательно влияла на накопление массы органов.

Под действием протиоконазола (рис. 3.2.1.2.1а) APtPc 0:1:0 и 0:2:0 массы побегов и корней превысили контроль, а масса зерновки снизилась. При обработке APtPc 0:4:0 результаты соответствовали контролю. Максимальные массы органов были получены под влиянием средней дозы протиоконазола.

Как видно из рис. 3.2.1.2.1б-г, доза азоксистробина APtPc 1:0:0 и 2:0:0 практически не влияли на массу корней по сравнению с контролем, масса побегов увеличилась, масса зерновок имела тенденцию к снижению. Высокая доза азоксистробина APtPc 4:0:0 ингибировала рост проростка.

Под влиянием APtPc 0:1:1 массы побегов и корней превысили показатели контроля. Под действием доз APtPc 0:1:2 массы и побегов практически соответствовали контролю, а при увеличении дозы прохлораза APtPc 0:1:4 было выражено торможение роста проростка и нарушение оттока веществ из зерновки (рис. 3.2.1.2.1а).

Под действием смеси APtPc 0:2:1 и 0:2:2 масса корней и побегов соответствовала контролю. При увеличении дозы прохлораза (APtPc 0:2:4), массы побегов и корней сократились (рис. 3.2.1.2.1а).

Под действием APtPc 0:4:1 масса корней значительно превысила контроль. Увеличение прохлораза (APtPc 0:4:2) снизило массу корней, но масса побегов осталась выше контроля. При обработке APtPc 0:4:4 сократилась сухая масса побегов и корней.

Под действием высоких доз фунгицидов в сочетании, за исключением двух максимальных, массы побегов превысили контроль, а массы корней сократились. Следующие соотношения стимулировали рост: APtPc 0:0:1, 0:0:2, 0:1:0, 0:1:1, 0:1:2, 0:2:0, 0:2:1, 0:4:1.

При действии минимальных доз азоксистробина и прохлораза (APtPc 1:0:1, рис. 3.2.1.2.1б) получена максимальная масса побегов на 4 сутки, масса корней также превысила контроль. Увеличение дозы прохлораза в соотношении APtPc

1:0:2 и 1:0:4 привело к уменьшению массы корней, масса побегов существенно превысила контроль.

Под влиянием соотношения APtPc 1:1:0 (рис. 3.2.1.2.1б) массы корней и побегов значительно превышали контроль. Под действием трех минимальных доз APtPc 1:1:1 результаты близки к контролю. При увеличении прохлораза в соотношении APtPc 1:1:2 и 1:1:4 массы корней и побегов сократились.

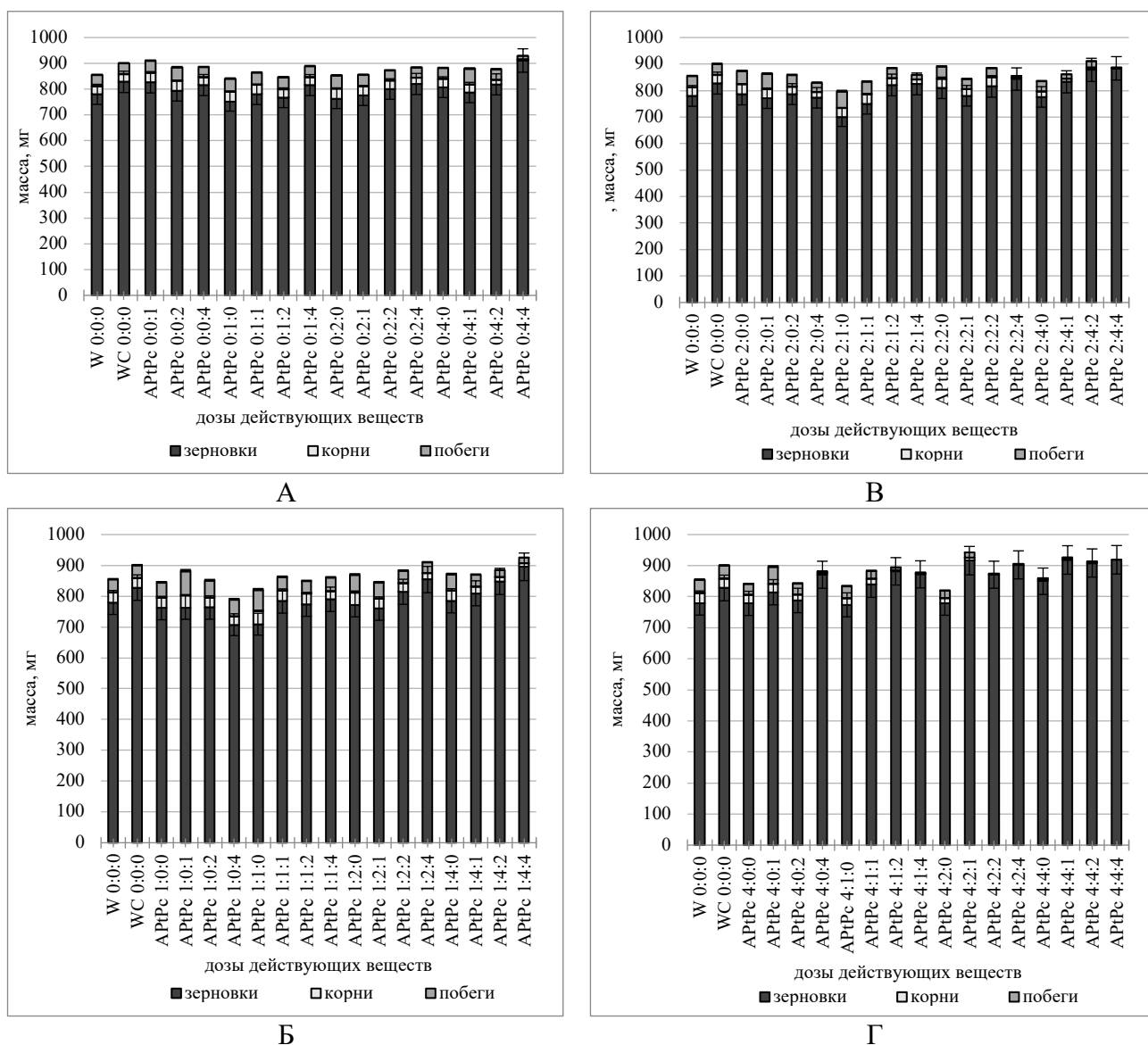


Рисунок 3.2.1.2.1 – Влияние азоксистробина (А), протиокконазола (Pt) и прохлораза (Pc) на массу корней и побегов пшеницы на 4 сутки

Под действием APtPc 1:2:0 (рис. 3.2.1.2.1б) массы побегов и корней значительно превысили контроль. При воздействии APtPc 1:2:1 масса побегов превышала контроль, а масса корней соответствовала контролю. При APtPc 1:2:2 масса

побегов и корней не превышали контроль. Под влиянием АРtРс 1:2:4 массы органов также не превысили контроль. Под действием АРtРс 1:4:0 масса корней близка к контролю, а масса побегов – значительно выше.

При действии АРtРс 1:4:1 (рис. 3.2.1.2.1б) накопление массы побегом и корнем было подавлено. При увеличении дозы прохлораза АРtРс 1:4:2 и 1:4:4 массы корней и побегов были значительно ниже контроля.

На рис. 3.2.1.2.1в показано, что под влиянием АРtРс 2:0:0 массы корня и побега превышали контроль. При добавлении минимальной дозы прохлораза АРtРс 2:0:1 масса корней соответствовала контролю, а масса побегов увеличилась. Под влиянием АРtРс 2:0:2 масса побегов соответствовала контролю, корней – снизилась, а под влиянием АРtРс 2:0:4 массы побегов и корней были существенно меньше, чем в контроле.

Накопление массы побегом и корнем было активировано под действием АРtРс 2:1:0 и 2:1:1 (рис. 3.2.1.2.1в). При влиянии АРtРс 2:1:2 и 2:1:4 масса побегов и корней значительно уменьшилась.

Под действием АРtРс 2:2:0 (рис. 3.2.1.2.1в) массы корней и побегов близки к контролю. При влиянии соотношения АРtРс 2:2:1, 2:2:2 и 2:2:4 массы побегов и корней снижались тем сильнее, чем больше была доза прохлораза.

Под влиянием соотношения АРtРс 2:4:0 (рис. 3.2.1.2.1в) накопление массы корнем и побегом было заторможено, причем при добавлении прохлораза (АРtРс 2:4:1, 2:4:2 и 2:4:4) торможение роста усилилось тем существеннее, чем выше была его доза.

На 4 сутки следующие соотношения активировали рост: АРtРс 2:0:0, АРtРс 2:0:1, АРtРс 2:1:0, АРtРс 2:1:1, АРtРс 2:2:0. При наличии в соотношении двух средних (и выше) доз добавление третьего компонента приводило к значительному уменьшению массы побегов и корней.

Масса побегов под действием соотношения АРtРс 4:0:0 (рис. 3.2.1.2.1г) была существенно ниже контроля. Под действием АРtРс 4:0:1 получены более высокие результаты, причем масса побегов превышала контроль. При повышении дозы прохлораза АРtРс 4:0:2 и АРtРс 4:0:4 масса побегов и корней уменьшилась.

Под действием соотношений АРtРс 4:1:0 (рис. 3.2.1.2.1г) масса побегов и корней была ниже контроля, а при увеличении дозы протиоконазола АРtРс 4:1:1, 4:1:2 и 4:1:4 показатели снижались стремительно.

Под действием АРtРс 4:2:0 (рис. 3.2.1.2.1г) масса корней и побегов была практически вдвое ниже, чем в контроле. Масса побегов и корней начала резко снижаться при увеличении дозы прохлораза АРtРс 4:2:1 и 4:2:2. Под влиянием АРtРс 4:2:4 побег не формировался, масса корня составляла 1,5 мг.

Масса побегов под влиянием соотношений АРtРс 4:4:0, 4:4:1, 4:4:2 (рис. 3.2.1.2.1г) была катастрофически низкой. Под действием АРtРс 4:4:4, рост отсутствовал.

Массы корней и побегов на рис. 3.2.1.2.1г не превысили контроль, за исключением АРtРс 4:0:1. Высокие дозы протравителей оказали выраженное ингибирующее действие на рост проростков. В большинстве случаев при увеличении массы вегетативных органов снижалась масса зерновки по сравнению с контролем и наоборот. Как видно на рис. 3.2.1.2.1г, наибольшее отличие от контроля по массе имеют зерновки, обработанные дозами: АРtРс 4:2:1, 4:4:1, 4:4:2 и 4:4:4.

Из рис. 3.2.1.2.2 (а-г) видно, что на 8 сутки масса зерновок существенно уменьшилась. В контроле она составила 479,7 мг, а при использовании растворителя 473,4 мг. Статистически данные результаты равнозначны. На 8 сутки от контроля отличалась масса зерновок под влиянием доз АРtРс 0:4:4, АРtРс 1:4:4, АРtРс 2:2:4, АРtРс 2:4:4, АРtРс 4:0:4, АРtРс 4:1:4, АРtРс 4:2:2, АРtРс 4:2:4, АРtРс 4:4:0, АРtРс 4:4:1, АРtРс 4:4:2, АРtРс 4:4:4. Значительные расхождения масс зерновок под действием указанных доз с контролем связаны с более низкой всхожестью. Таким образом, большая часть питательных веществ осталась внутри зерновки, что обеспечило более высокую массу.

Средняя масса побегов в контроле составила 132,2 мг, а масса корней – 138,8 мг. В контрольном варианте с растворителем циклогексаном получены схожие результаты: 135,9 мг побегов и 142,1 мг корней.

Под действием минимальной дозы прохлораза АРtРс 0:0:1, как и на 4 сутки, масса побегов и корней незначительно превышали контроль (рис. 3.2.1.2.2а), но при

увеличении дозы АРtРс 0:0:2 массы побегов и корней превышали контроль. При воздействии максимальной дозой прохлораза АРtРс 0:0:4 оба показателя не превысили контроль. Под действием протиоконазола АРtРс 0:1:0, 0:2:0, 0:4:0 (рис. 3.2.1.2.2а) масса побегов и корней начала возрастать и превысила контроль. Под действием азоксистробина АРtРс 1:0:0, 2:0:0, (рис. 3.2.1.2.2б-г) масса побегов и корней начала возрастать и превысила контроль, но снизилась под влиянием максимальной дозы АРtРс 4:0:0.

При обработке зерновок смесью фунгицидов в соотношении АРtРс 0:1:1 (рис. 3.2.1.2.2а) масса побегов превышала контроль, а масса корней была значительно ниже. При увеличении дозы прохлораза (АРtРс 0:1:2) масса корней превысила контроль, а масса побегов была ниже. Масса побегов и корней под действием АРtРс 0:1:4 была снова незначительно выше контроля.

Под влиянием протиоконазола и прохлораза АРtРс 0:2:1 (рис. 3.2.1.2.2а) масса побегов и корней незначительно превышали контроль. Под действием АРtРс 0:2:2 оба показателя превысили контроль. Под влиянием АРtРс 0:2:4 масса побегов и корней была значительно ниже контроля.

При воздействии на семена АРtРс 0:4:1 получены результаты, близкие к контролю. Под действием смеси АРtРс 0:4:2 и особенно 0:4:4 массы побегов и корней были значительно ниже контроля.

Как показано на рис. 3.2.1.2.2б, под влиянием минимальной дозы азоксистробина АРtРс 1:0:0, масса побегов и корней практически соответствуют контролю. Масса побегов и корней под влиянием АРtРс 1:0:1, 1:0:2 значительно превышает контроль. Под действием АРtРс 1:0:4 масса побегов значительно превышает контроль, но при этом масса корней ниже контроля.

При обработке смесью АРtРс 1:1:0 (рис. 3.2.1.2.2б) масса побегов и корней также превышали контроль. При обработке АРtРс 1:1:1 и 1:1:2 оба исследуемых показателя незначительно выше контроля. Под влиянием АРtРс 1:1:4 масса побегов и корней снизились по сравнению с контролем.

Под действием соотношения АРtРс 1:2:0 (рис. 3.2.1.2.2б) масса побегов и корней соответствовала контролю. С внесением в эту смесь прохлораза АРtРс 1:2:1 и

1:2:2 массы незначительно увеличились, были близки к контролю. Повышение дозы прохлораза до максимальной АРtРс 1:2:4, как и на 4 сутки, способствовало сокращению массы побегов и корней.

Под действием соотношения АРtРс 1:4:0 (рис. 3.2.1.2.2б), по сравнению с 4 сутками, масса корней стала отставать от контроля, а побеги превышали его. При влиянии АРtРс 1:4:1 на 8 сутки значительно увеличились массы побегов и корней, но так и не достигли показателей контроля. Под действием АРtРс 1:4:2 и 1:4:4 масса побегов и корней была значительно меньше контроля; с увеличением доли прохлораза ингибирование роста усилилось.

Как видно из рис. 3.2.1.2.2в, при обработке средней дозой азоксистробина АРtРс 2:0:0 массы побега и корня незначительно превышают показатели контроля. У проростков, обработанных АРtРс 2:0:1, на 8 сутки массы органов ниже контроля, под действием АРtРс 2:0:2 они соответствуют контролю, а при обработке АРtРс 2:0:4 масса побегов и корней была значительно ниже контроля [12].

Под влиянием АРtРс 2:1:0 и АРtРс 2:1:1 (рис. 3.2.1.2.2) массы побегов и корней незначительно превысили контроль, а при АРtРс 2:1:2 были получены результаты значительно превышающие показатели контроля по массе побегов и корней. Под влиянием соотношения АРtРс 2:1:4 на 8 сутки значительно увеличились масса побегов и корней по сравнению с показателями на 4 сутки, но контроль не был превышен [12].

Под влиянием соотношения АРtРс 2:2:0 (рис. 3.2.1.2.2в) массы побегов и корней соответствовали контролю. Под влиянием соотношений АРtРс 2:2:1 и 2:2:2 массы побегов и корней снизились относительно контроля. Как и на 4 сутки, под влиянием соотношения АРtРс 2:2:4 получены достаточно низкие результаты по сравнению с контролем [12].

Под влиянием АРtРс 2:4:0 (рис. 3.2.1.2.2в) масса побегов соответствовала контролю, а масса корней снизилась. Под влиянием АРtРс 2:4:1, 2:4:2 и 2:4:4 массы побегов и корней снижались с увеличением дозы прохлораза. В последнем варианте массы были крайне низкими: масса побегов – 8,3 мг, а корней – 3,5 мг.

Исходя из рис. 3.2.1.2.2г, на 8 сутки под влиянием максимальной дозы

азоксистробина APtPc 4:0:0 массы побегов и корней по-прежнему не превышали контроль. При внесении прохлораза в минимальной дозе APtPc 4:0:1 и 4:0:2 эти показатели незначительно увеличились. При обработке максимальными дозами азоксистробина и прохлораза (APtPc 4:0:4), как и на 4 сутки, массы побегов (27,3 мг) и корней (24,1 мг) были низкими [12].

Под влиянием соотношения APtPc 4:1:0 (рис. 3.2.1.2.2г) масса побегов превышала контроль, но масса корней была ниже контрольных показателей. Под влиянием APtPc 4:1:1 и 4:2:0 обнаружено существенное снижение массы побегов и корней. Под действием APtPc 4:1:2 и APtPc 4:2:1 масса корней и побегов снизилась еще более значительно. Под действием соотношения APtPc 4:1:4 и 4:2:2 получены еще более низкие результаты. Под действием доз APtPc 4:2:4 на 8 сутки масса побегов и корней была 22,6 мг и 16,6 мг соответственно.

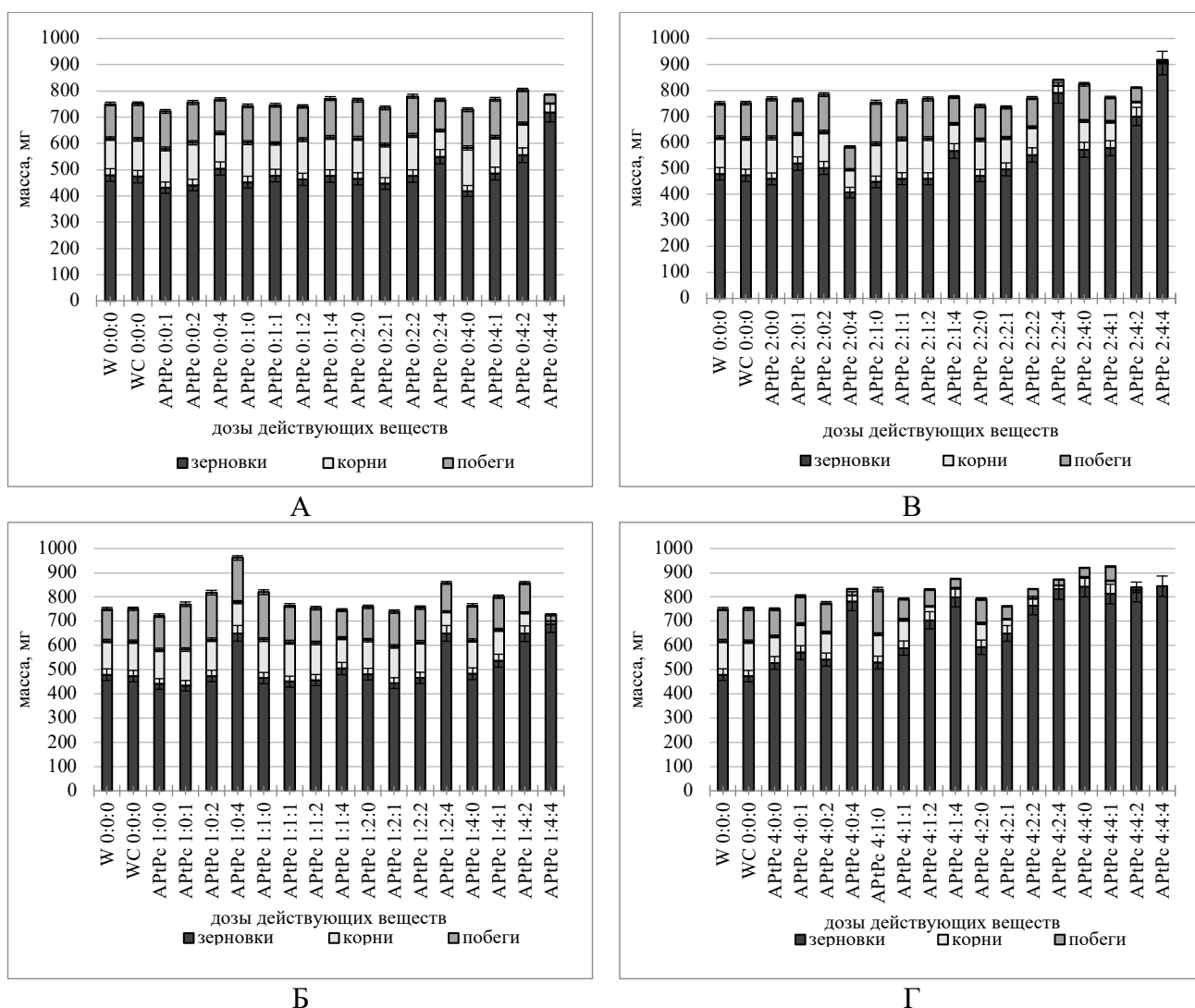


Рисунок 3.2.1.2.2 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на массу корней и побегов пшеницы на 8 сутки

Под действием соотношения АРtРс 4:4:0 и 4:4:1 (рис. 3.2.1.2.2г) массы побегов и корней были в два раза выше, чем в предыдущем варианте, но также крайне малы. Масса побегов под влиянием АРtРс 4:4:2 составила 9,8 мг, а корней 9,9 мг. Результаты, полученные под действием максимальных доз всех трех фунгицидов, остались неизменными: побеги и корни отсутствуют.

На 8 сутки у проростков обнаружена неравномерная скорость увеличения массы побегов и корней. Наиболее угнетающее действие среди трех фунгицидов в максимальных дозах оказал азоксистробин. Помимо отмеченных соотношений на 4 сутки, на 8 сутки стимулирующими рост являются следующие соотношения: АРtРс 0:1:4, АРtРс 0:2:2, АРtРс 0:4:0, АРtРс 1:0:2, АРtРс 1:2:2, АРtРс 2:1:2. На рис. 3.2.1.2.2г, несмотря на прирост массы по сравнению с 8 сутками, отсутствуют варианты, превышающие контроль по обоим показателям. Торможение роста проростка было связано с низким уровнем расхода питательных веществ эндосперма, но при этом общая масса или не уменьшалась в связи с низкой интенсивностью дыхания (АРtРс 2:2:4, 2:4:4, 4:0:4, 4:1:4, 4:2:4 4:4:0, 4:4:1, 4:4:2, 4:4:4) или соответствовала контролю (0:4:4, 1:4:4). В последнем случае можно предположить дыхание с низким выходом АТФ.

Из рис. 3.2.1.2.3(а-г) видно, что на 12 сутки масса зерновок в контроле составила 226,7 мг, а при использовании растворителя 269,9 мг. Статистически данные результаты равнозначны. На 12 сутки от контроля отличалась масса зерновок под влиянием тех же доз, что и на 8 сутки: АРtРс 0:4:4, 1:4:4, 2:2:4, 2:4:4, 4:0:4, 4:1:2, 4:1:4, 4:2:2, 4:2:4, 4:4:0, 4:4:1, 4:4:2, 4:4:4.

На 12 сутки (рис. 3.2.1.2.3а) видно, что масса побегов в контроле достигла 205,0 мг, а масса корней – 231,6 мг. В контрольном варианте с растворителем циклогексаном получены аналогичные результаты: 217,6 мг побегов и 228,4 мг корней.

Под влиянием минимальной дозы прохлораза АРtРс 0:0:1 (рис. 3.2.1.2.3а) масса побегов и корней значительно превышали контроль. Под действием средней



дозы прохлораза APtPc 0:0:2 получены еще более высокие результаты. При обработке проростков максимальной дозой прохлораза APtPc 0:0:4 массы побегов и корней на 12 сутки близки контролю.

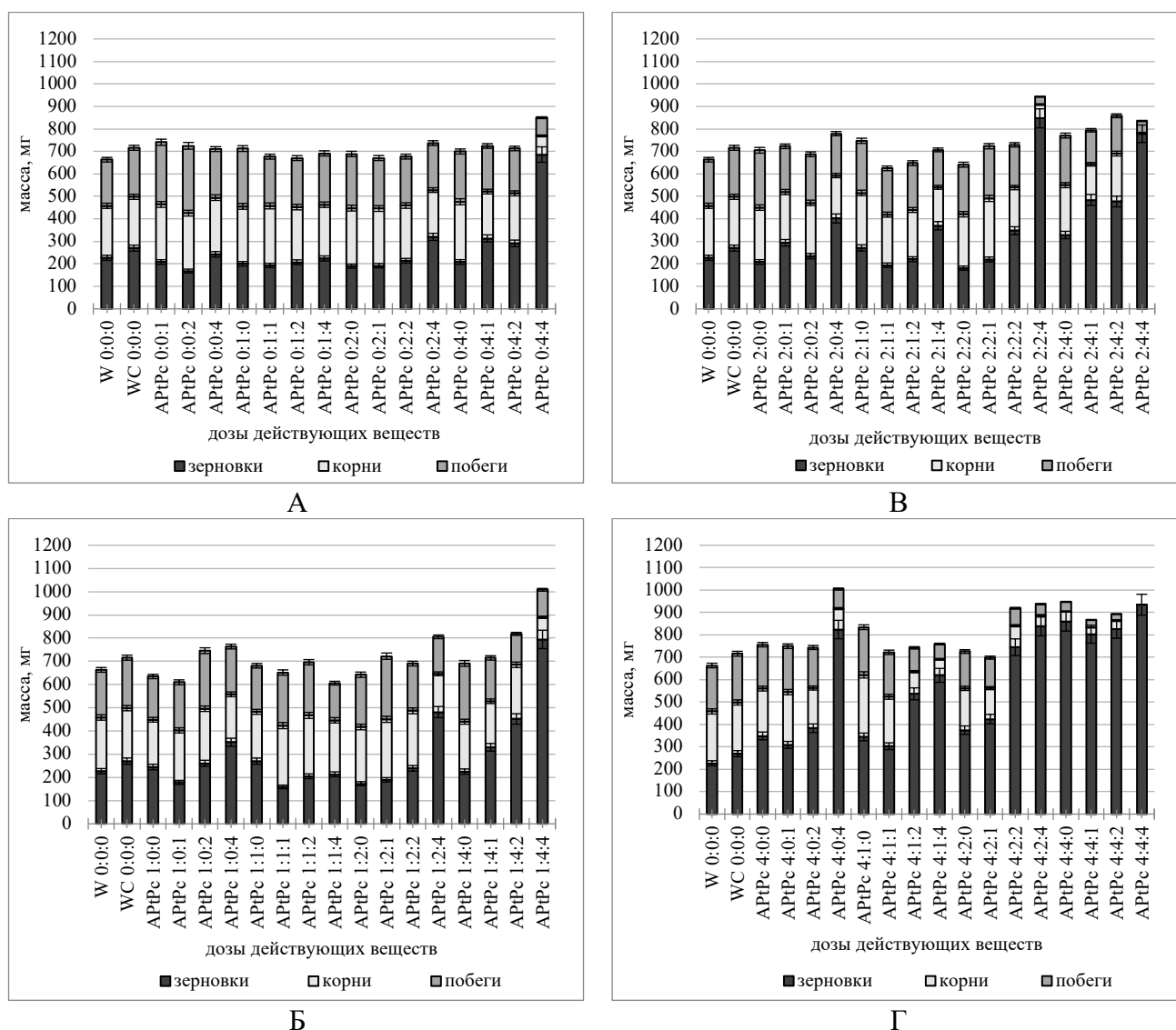


Рисунок 3.2.1.2.3 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на массу корней и побегов пшеницы на 12 сутки

Под действием соотношений APtPc 0:1:0 и 0:2:1 (рис. 3.2.1.2.3а), а также 0:2:0 и 0:4:0 получены схожие между собой результаты: масса корней и масса побегов превышали контроль под действием протиоконазола.

Под влиянием азоксистробина (рис. 3.2.1.2.3б-г) массы корней и побегов увеличились при действии APtPc 1:0:0 и 2:0:0; смесь APtPc 4:0:0 оказала слабый ингибирующий эффект.

Под влиянием смеси APtPc 0:1:1 (рис. 3.2.1.2.3а) оба показателя массы превышали контроль. Под влиянием соотношения APtPc 0:1:2 получены показатели, в

меньшей степени превышающие контроль. При обработке фунгицидами в соотношении АРtРс 0:1:4, как и на 8 сутки, масса побегов и корней превышали контроль. Под воздействием АРtРс 0:2:2, масса побегов и корней практически соответствовали контролю. Под влиянием соотношения АРtРс 0:2:4 и 0:4:1 масса побегов соответствовала контролю, а масса корней была ниже. Под влиянием доз АРtРс 0:4:2 получены более высокие результаты массы корней и более низкие – по массе побегов. В результате действия максимальных доз двух фунгицидов АРtРс 0:4:4 массы побегов и корней увеличились более чем в два раза, но остались значительно ниже контроля.

Как видно из рис. 3.2.1.2.3б, результаты, полученные под влиянием минимальной дозы азоксистробина АРtРс 1:0:0, значительно меньше контроля. Под влиянием соотношения АРtРс 1:0:1 результаты соответствовали контролю, а под влиянием АРtРс 1:0:2 превышали контроль. Под действием АРtРс 1:0:4 масса корней и побегов значительно снизились. При обработке АРtРс 1:1:0 на 12 сутки получены схожие результаты: масса побегов и корней ниже контроля. При обработке пшеницы дозами АРtРс 1:1:1 и АРtРс 1:1:2 получены схожие между собой результаты, значительно превышающие контроль. Под влиянием соотношения АРtРс 1:1:4 получены более низкие значения массы побегов, а масса корней соответствовала контролю. При обработке АРtРс 1:2:0 масса побегов и корней несколько превысила контроль. Как и на 8 сутки, на 12 сутки массы побегов и корней под влиянием доз АРtРс 1:2:1 превышали показатели контроля. При увеличении дозы прохлораза АРtРс 1:2:2 эти показатели значительно снизились. При обработке соотношением АРtРс 1:2:4 получены еще более низкие результаты. Под действием соотношения АРtРс 1:4:0 масса побегов превысила контроль, а масса корней была ниже. При внесении в смесь прохлораза АРtРс 1:4:1, 4:1:2, 4:1:4 накопление массы снизилось с увеличением его концентрации, за исключением средней дозы.

Как видно из рис. 3.2.1.2.3в, при обработке средней дозой азоксистробина АРtРс 2:0:0 на 12 сутки, результаты превышали контроль. При добавлении прохлораза АРtРс 2:0:1 и АРtРс 2:0:2 накопление массы в корнях и побегах было заторможено. При максимальной дозе прохлораза в этом соотношении АРtРс 2:0:4 масса

побегов на 12 сутки составила только 186,31 мг, а корней – 190,78 мг. Под влиянием доз АРtРс 2:1:0 получен эффект усиления накопления сухой массы. Массы побегов под влиянием соотношений АРtРс 2:1:1, АРtРс 2:1:2 были близки к контролю. Массы побегов и корней под влиянием соотношения АРtРс 2:1:4 на 12 сутки были значительно ниже контроля. Под действием соотношений АРtРс 2:2:0 массы побегов и корней превышали контроль. Один из наиболее высоких результатов по массе корней (271,4 мг) получен под влиянием соотношения АРtРс 2:2:1, масса побегов при этом составила 232,08 мг. Под влиянием соотношения АРtРс 2:2:2 масса побегов и корней была ниже, чем в контроле. При воздействии АРtРс 2:2:4 на 12 сутки получены крайне низкие результаты относительно контроля. Масса побегов под влиянием доз АРtРс 2:4:0 превысила контроль, а масса корней была ниже контроля. Массы побегов и корней снизились существенно под влиянием АРtРс 2:4:1 и 2:4:2. На 12 сутки под влиянием соотношения АРtРс 2:4:4 масса побегов составила 51,45 мг, а корней – 5,42 мг.

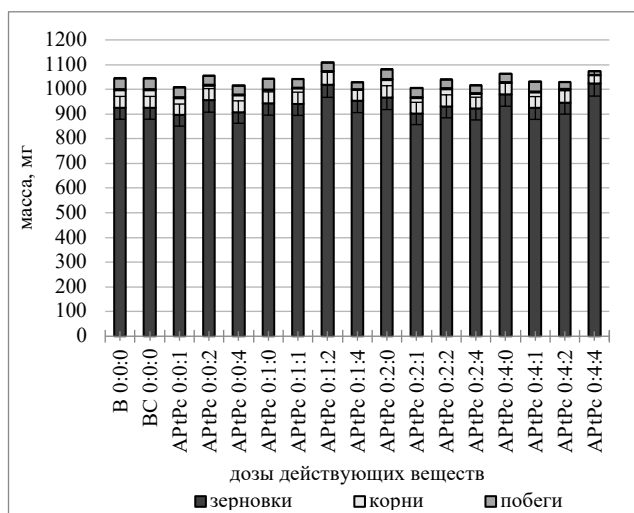
Как видно из рис. 3.2.1.2.3г, на 12 сутки под влиянием максимальной дозы азоксибробина АРtРс 4:0:0 массы корня и побега не превысили контроль. При действии АРtРс 4:0:1 эти показатели приблизились к контролю, а под действием АРtРс 4:0:2 снизились. При обработке дозами АРtРс 4:0:4 получены низкие показатели массы: побеги – 87,15 мг, корни – 93,47 мг.

Под действием АРtРс 4:1:0 получены результаты, превышающие контроль. Масса корней при этом соотношении имеет максимальное значение среди остальных результатов. Под влиянием доз АРtРс 4:1:1 получены более низкие по сравнению с контролем результаты. После воздействия дозами АРtРс 4:1:2, 4:2:2 и 4:1:4 на 12 сутки масса побегов и корней была намного ниже контроля. Масса побегов под влиянием доз АРtРс 4:2:0 и 4:2:1 была приблизительно в 1,3-1,5 раза ниже, чем в контроле. Под действием соотношений АРtРс 4:2:4 и АРtРс 4:4:0 массы побегов и корней снизились еще более значительно. После обработки дозами АРtРс 4:4:1 на 12 сутки получены еще более низкие результаты: масса побегов 33,3 мг, масса корней 29,8 мг. Аналогичные результаты получены при действии АРtРс 4:4:2. Под

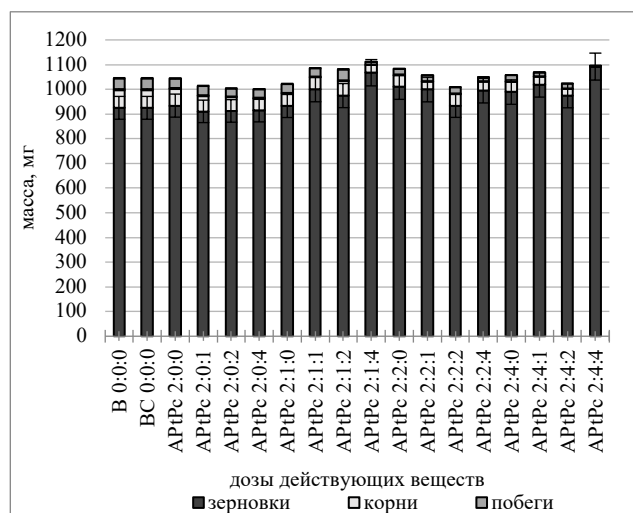
влиянием максимальных доз всех трех фунгицидов рост был полностью ингибирован.

На 12 сутки оптимальными триадами являются следующие соотношения: APtPc 1:1:1, APtPc 1:1:2, APtPc 1:2:1, APtPc 2:2:1. Результаты показывают сходство массы и длины побегов и корней проростков.

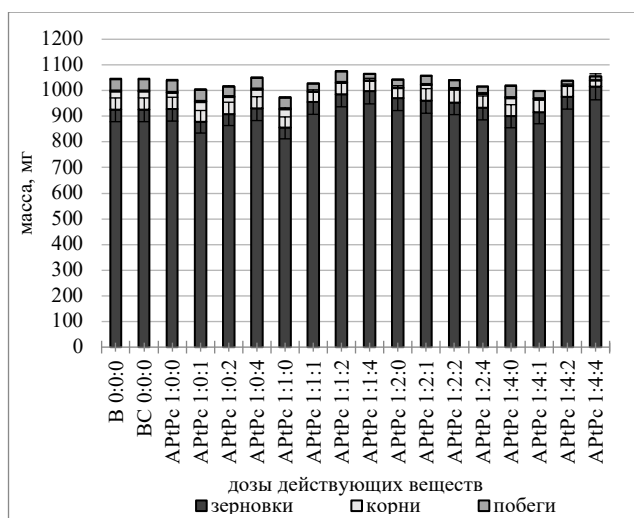
Аналогичные исследования проведены на ячмене. На рис. 3.2.1.2.4(а-г) на 3 сутки получены результаты аналогичные результатам на пшенице. На 7 и 12 сутки имеются небольшие расхождения. Масса зерновок ячменя в контрольном варианте на 7 сутки составила 358,16 мг, корней – 246,2 мг, побегов – 250,25 мг. На рис. 3.2.1.2.4а под действием соотношения APtPc 0:1:4 получен более высокое количество массы зерновок (602,36 мг).



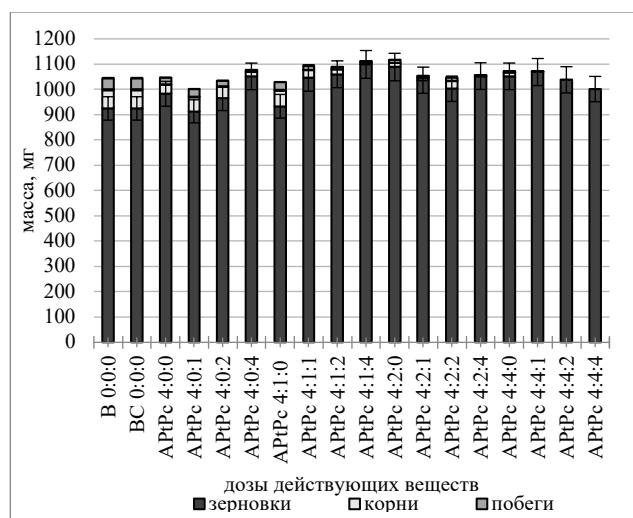
А



В

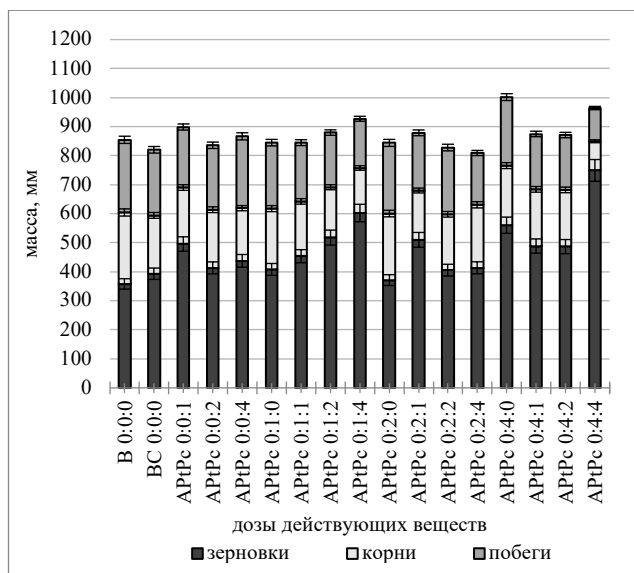


Б

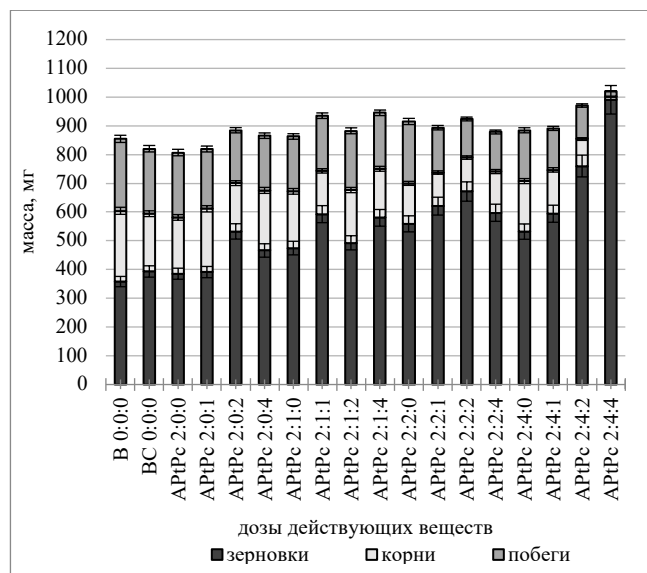


Г

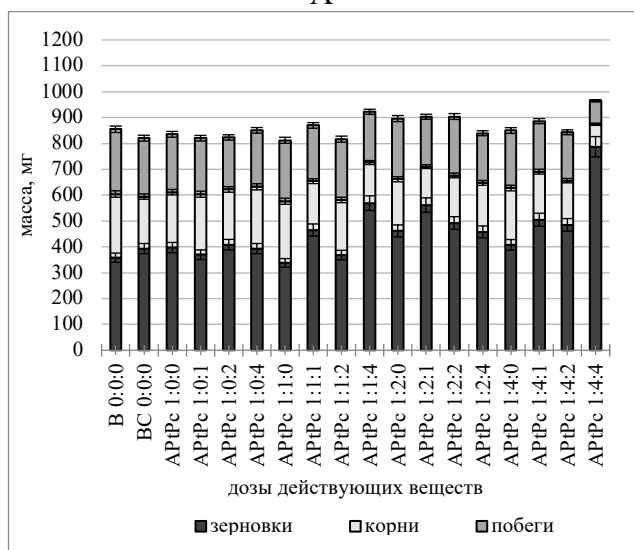
Рисунок 3.2.1.2.4 – Влияние азоксиistroбина, протиокконазола и прохлораза на массу корней и побегов ячменя на 3 сутки



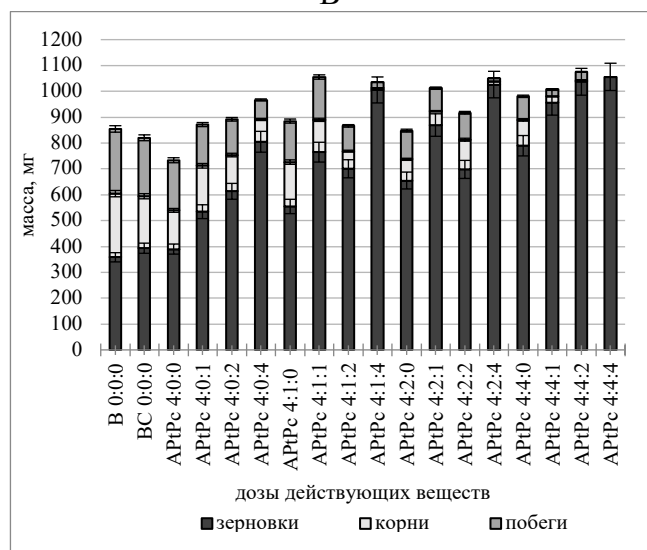
А



В



Б



Г

Рисунок 3.2.1.2.5 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на массу корней и побегов ячменя на 7 сутки

На рис. 3.2.1.2.4б под действием соотношений APtPc 1:0:4, APtPc 1:2:4 и APtPc 2:2:4 получены более высокие массы корней и побегов и более низкие массы зерновок по сравнению с результатами на пшенице: побегов – 218,27 мг, 191,91 мг и 137,66 мг; корней – 238,77 мг, 189,44 мг, 143,3 мг; зерновок – 393,28 мг, 457,88 мг и 597,55 мг, соответственно. Это объясняется меньшей восприимчивостью к прохлоразу и более быстрым прорастанием по сравнению с пшеницей, подвергшейся его влиянию. Под действием соотношения APtPc 4:0:4 масса зерновок составила 805 мг, корней – 86,39 мг, побегов – 75,28 мг.

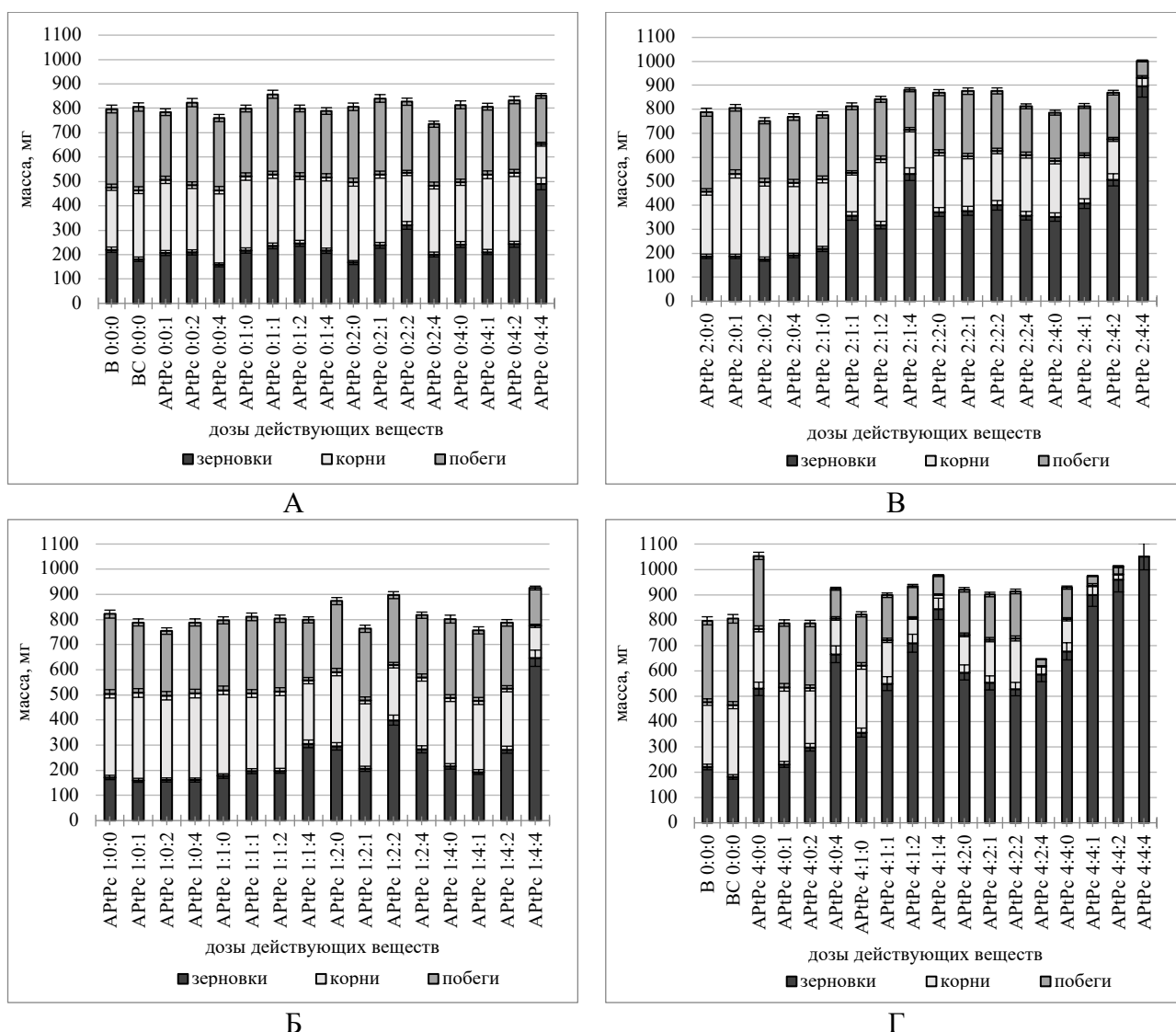


Рисунок 3.2.1.2.6 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на массу корней и побегов ячменя на 12 сутки

На рис. 3.2.1.2.6 (а-г) на 12 сутки масса зерновок ячменя в контрольном варианте составила 220,16 мг, корней – 256,17 мг, побегов – 320,64 мг. Под действием соотношений ARtPc 1:0:4 и ARtPc 1:2:4, как и на 7 сутки, получены более низкие массы зерновок (161,06 мг и 283,35 мг, соответственно) и более высокие массы побегов (283,02 мг, 247,95 мг) и корней (344,06 мг, 285,62 мг) по сравнению с результатами на пшенице. Результаты под действием соотношений ARtPc 2:2:4 и ARtPc 4:0:4 также превысили аналогичные результаты на пшенице, и масса зерновок составила 356,20 мг и 665,2 мг, корней – 253,04 мг и 141,06 мг, побегов – 203,13 мг и 117,19 мг, соответственно.

### 2.1.3 Влияние азоксистробина, протиоконазола, прохлораза на свойства хлорофилла у растений пшеницы и ячменя

Согласно рис. 3.2.1.3.1а, содержание хлорофилла у проростков пшеницы на 12 сутки в контрольном варианте в среднем составило 442,60 мг/м<sup>2</sup>, а в контрольном варианте с растворителем циклогексаном – 443,24 мг/м<sup>2</sup>. Под влиянием доз АРtРс 0:0:1, содержание хлорофилла несколько превышало контроль и составило 448,75 мг/м<sup>2</sup>. При действии средней дозы прохлораза получен результат, соответствующий контролю: 443,25 мг/м<sup>2</sup>. При обработке проростков максимальной дозы прохлораза, содержание хлорофилла превышало контроль – 452,52 мг/м<sup>2</sup>.

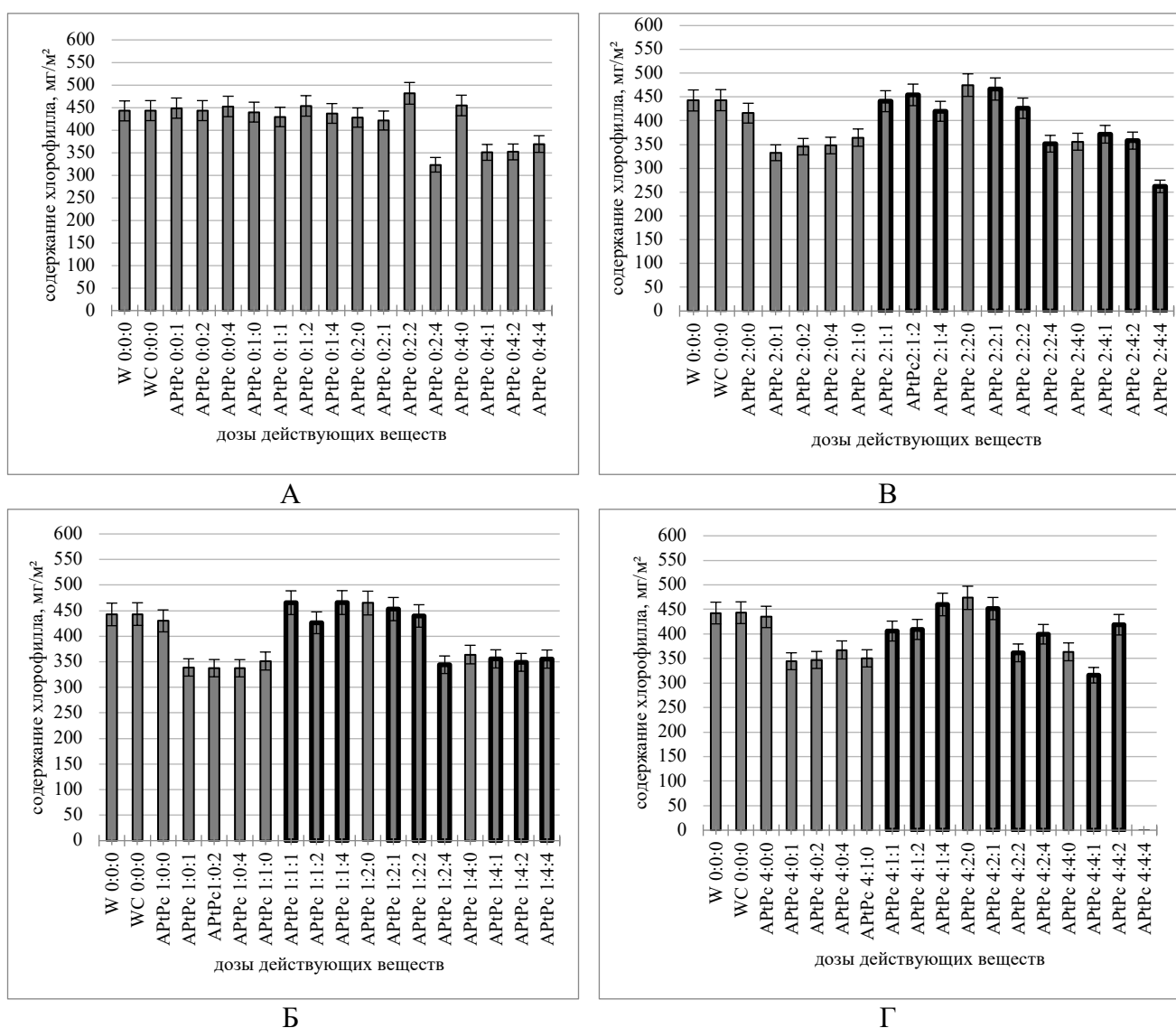


Рисунок 3.2.1.3.1 - Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на содержание хлорофилла проростков пшеницы на 12 сутки

Под действием соотношения АРtРс 0:1:0 содержание хлорофилла составило 439,97 мг/м<sup>2</sup>, а под действием АРtРс 0:1:1 – 429,10 мг/м<sup>2</sup>, что еще ниже контроля.

Под действием доз APtPc 0:1:2, APtPc 0:2:2 и APtPc 0:4:0 получены результаты, превышающие контроль: 453,66, 481,57, 454,69 мг/м<sup>2</sup>, соответственно. При обработке фунгицидами в соотношении APtPc 0:1:4 содержание хлорофилла составило 437,00 мг/м<sup>2</sup>. Под влиянием доз APtPc 0:2:0 и APtPc 0:2:1 содержание хлорофилла достигло соответственно 427,86 и 421,19 мг/м<sup>2</sup>. Наиболее низкие результаты на рис. 3.2.1.3.1а (323,19; 350,62; 351,64; 369,11 мг/м<sup>2</sup>), достигнуты под воздействием следующих соотношений: APtPc 0:2:4, APtPc 0:4:1, APtPc 0:4:2 и APtPc 0:4:4, соответственно.

Как видно из рис. 3.2.1.3.1б, результаты, полученные под влиянием доз APtPc 1:0:0, меньше показателей контроля: 429,93 мг/м<sup>2</sup>. Содержание хлорофилла под действием соотношений APtPc 1:0:1, APtPc 1:1:0 составило 338,85 и 351,40 мг/м<sup>2</sup>, соответственно. Под влиянием соотношений APtPc 1:0:2 и APtPc 1:0:4 получены схожие между собой результаты: 337,48 и 337,28 мг/м<sup>2</sup>. При обработке пшеницы дозами APtPc 1:1:1, APtPc 1:1:4, APtPc 1:2:0 получены результаты, значительно превышающие контроль: 465,52; 465,74; 464,78 мг/м<sup>2</sup>. При увеличении в этом соотношении дозы прохлораза (APtPc 1:1:2), содержание хлорофилла снижается: 426,22 мг/м<sup>2</sup>. Содержание хлорофилла под влиянием доз APtPc 1:2:1 и APtPc 1:2:2 составило 453,05 и 439,55 мг/м<sup>2</sup>, соответственно. При обработке соотношениями APtPc 1:2:4 и APtPc 1:4:2, получены значительно более низкие результаты: 344,15 и 348,86 мг/м<sup>2</sup>. Под действием соотношения APtPc 1:4:0, содержание хлорофилла составило 364,02 мг/м<sup>2</sup>. Под действием соотношения APtPc 1:4:1, содержание хлорофилла – 355,60 мг/м<sup>2</sup>, а под влиянием смеси в соотношении APtPc 1:4:4 содержание хлорофилла составило 355,25 мг/м<sup>2</sup>.

Как видно из рис. 3.2.1.3.1в, при обработке дозами APtPc 2:0:0 APtPc 2:1:1, полученные результаты не превышают контроль: 415,93 мг/м<sup>2</sup> и 441,05 мг/м<sup>2</sup>. Более низкие результаты содержания хлорофилла (332,66 и 345,46 мг/м<sup>2</sup>) получены под влиянием соотношений APtPc 2:0:1 и APtPc 2:0:2. При максимальной дозе прохлораза в этом соотношении APtPc 2:0:4 содержание хлорофилла достигло только 347,83 мг/м<sup>2</sup>. Под влиянием соотношения APtPc 2:1:0 содержание хлорофилла было



364,43 мг/м<sup>2</sup>. Под влиянием доз АРtРс 2:1:2 получен результат, превышающий контроль: 454,35 мг/м<sup>2</sup>. При увеличении дозы прохлораза в соотношении АРtРс 2:1:4 данный показатель значительно снизился: 419,79 мг/м<sup>2</sup>. Под действием соотношений АРtРс 2:2:0 и АРtРс 2:2:1 получены схожие между собой результаты, превышающие контроль: 474,81 и 466,67 мг/м<sup>2</sup>, соответственно. Под влиянием соотношений АРtРс 2:2:2 и АРtРс 2:4:0 содержание хлорофилла составило 426,25 и 355,91 мг/м<sup>2</sup>. При воздействии соотношения АРtРс 2:2:4, также получены низкие результаты относительно контроля: 351,61 мг/м<sup>2</sup>. Содержание хлорофилла под влиянием АРtРс 2:4:1 составило 371,53 мг/м<sup>2</sup>, а под АРtРс 2:4:2 – 358,20 мг/м<sup>2</sup>, что значительно ниже контроля. Под влиянием соотношения АРtРс 2:4:4 содержание хлорофилла составила 262 мг/м<sup>2</sup>.

Как видно из рис. 3.2.1.3.1г, ни одно из рассмотренных соотношений не способствовало накоплению хлорофилла выше контроля. Под влиянием доз АРtРс 4:0:0 содержание хлорофилла 434,64 мг/м<sup>2</sup>. При действии соотношения АРtРс 4:0:1 и АРtРс 4:0:2 этот показатель снизился: 344,32 и 346,98 мг/м<sup>2</sup>. При обработке дозами АРtРс 4:0:4, также получен низкий показатель содержания хлорофилла – 367,38 мг/м<sup>2</sup>.

Под действием АРtРс 4:1:0 и АРtРс 4:1:1 получены следующие результаты: 350,27 и 405,83 мг/м<sup>2</sup>, соответственно. После воздействия дозами АРtРс 4:1:2 содержания хлорофилла составило 409,13 мг/м<sup>2</sup>. Содержание хлорофилла под влиянием доз АРtРс 4:1:4 составило 460,03 мг/м<sup>2</sup>, а под действием АРtРс 4:2:0 – 473,53 мг/м<sup>2</sup>, что значительно выше контроля. При действии АРtРс 4:2:1, содержание хлорофилла составило 451,73 мг/м<sup>2</sup>. После обработки в соотношении АРtРс 4:2:2, содержание хлорофилла составило 361,38 мг/м<sup>2</sup>. Под действием доз АРtРс 4:2:4 и АРtРс 4:4:2, содержание хлорофилла достигло 399,33 и 418,75 мг/м<sup>2</sup>. Под действием соотношения АРtРс 4:4:0 и АРtРс 4:4:1 получены следующие результаты: 363,50 и 315,83 мг/м<sup>2</sup>. Поскольку под влиянием максимальных доз всех трех фунгицидов нет проростков, измерить содержание хлорофилла не представилось возможным.

Наименьшие показатели содержания хлорофилла зафиксированы при сочетании азоксистробина и прохлораза. Однако, при добавлении в смесь протиоконазола, данный эффект нивелируется, как, например, под влиянием соотношений APtPc 1:2:1, APtPc 2:1:2, APtPc 2:2:1. Высокие дозы фунгицидов тоже имеют влияние, это может быть связано с ингибированием роста и отсутствием достаточно развитых листьев для измерения.

Статистически значимые и отличные от контроля, содержащие не менее трех действующих веществ, следующие соотношения (t-критерий больше 10): APtPc 1:1:1, APtPc 1:1:2, APtPc 1:1:4, APtPc 1:2:1, APtPc 1:2:2, APtPc 1:2:4, APtPc 1:4:1, APtPc 1:4:2, APtPc 1:4:4, APtPc 2:1:1, APtPc 2:1:2, APtPc 2:1:4, APtPc 2:2:1, APtPc 2:2:2, APtPc 2:2:4, APtPc 2:4:1, APtPc 2:4:2, APtPc 2:4:4, APtPc 4:1:1, APtPc 4:1:2, APtPc 4:1:4, APtPc 4:2:1, APtPc 4:2:2, APtPc 4:2:4, APtPc 4:4:1, APtPc 4:4:2, APtPc 4:4:4.

Содержание хлорофилла среди проростков ячменя в контрольном варианте составило 265,99 мг/м<sup>2</sup>, а в контрольном варианте с растворителем циклогексаном – 280,30 мг/м<sup>2</sup>. Согласно рис. 3.2.1.3.2а, наибольший показатель получен под влиянием доз APtPc 0:2:1 – 348,74 мг/м<sup>2</sup>, а наименьший под действием соотношения APtPc 0:4:1 – 263,13 мг/м<sup>2</sup>. Остальные результаты в данном ряду превышали или соответствуют контролю.

Как видно из рис. 3.2.1.3.2б, содержание хлорофилла под действием доз APtPc 1:1:4 значительно превысило контроль – 330,46 мг/м<sup>2</sup>. Согласно рис. 3.2.1.3.2в, при обработке дозой APtPc 2:1:4 получен результат, значительно превышающий контроль: 323,94 мг/м<sup>2</sup>. Наиболее низкое содержание хлорофилла (263,09 мг/м<sup>2</sup>) получено под влиянием соотношения APtPc 2:4:2.

На рис. 3.2.1.3.2г, в отличие от аналогичных результатов, полученных на проростках на пшеницы, под влиянием доз APtPc 4:0:2, APtPc 4:1:1, APtPc 4:2:4 содержание хлорофилла значительно превысило контроль: 328,37 мг/м<sup>2</sup>, 326,52 мг/м<sup>2</sup> и 336,00 мг/м<sup>2</sup>, соответственно. При действии соотношения APtPc 4:4:0 получено наиболее низкое содержание хлорофилла – 227,38 мг/м<sup>2</sup>. Не превысили контроль результаты, полученные после обработки следующими соотношениями: APtPc

4:0:1, APtPc 4:1:0, APtPc 4:2:2 и APtPc 4:4:2, содержания хлорофилла при этом составило 261,78 мг/м<sup>2</sup>, 258,96 мг/м<sup>2</sup>, 260,94 мг/м<sup>2</sup> и 262,71 мг/м<sup>2</sup>, соответственно. В среднем результаты по содержанию хлорофилла в ячмене более низкие, чем в пшенице на сопоставимый день исследований. Однако, общая тенденция сохраняется.

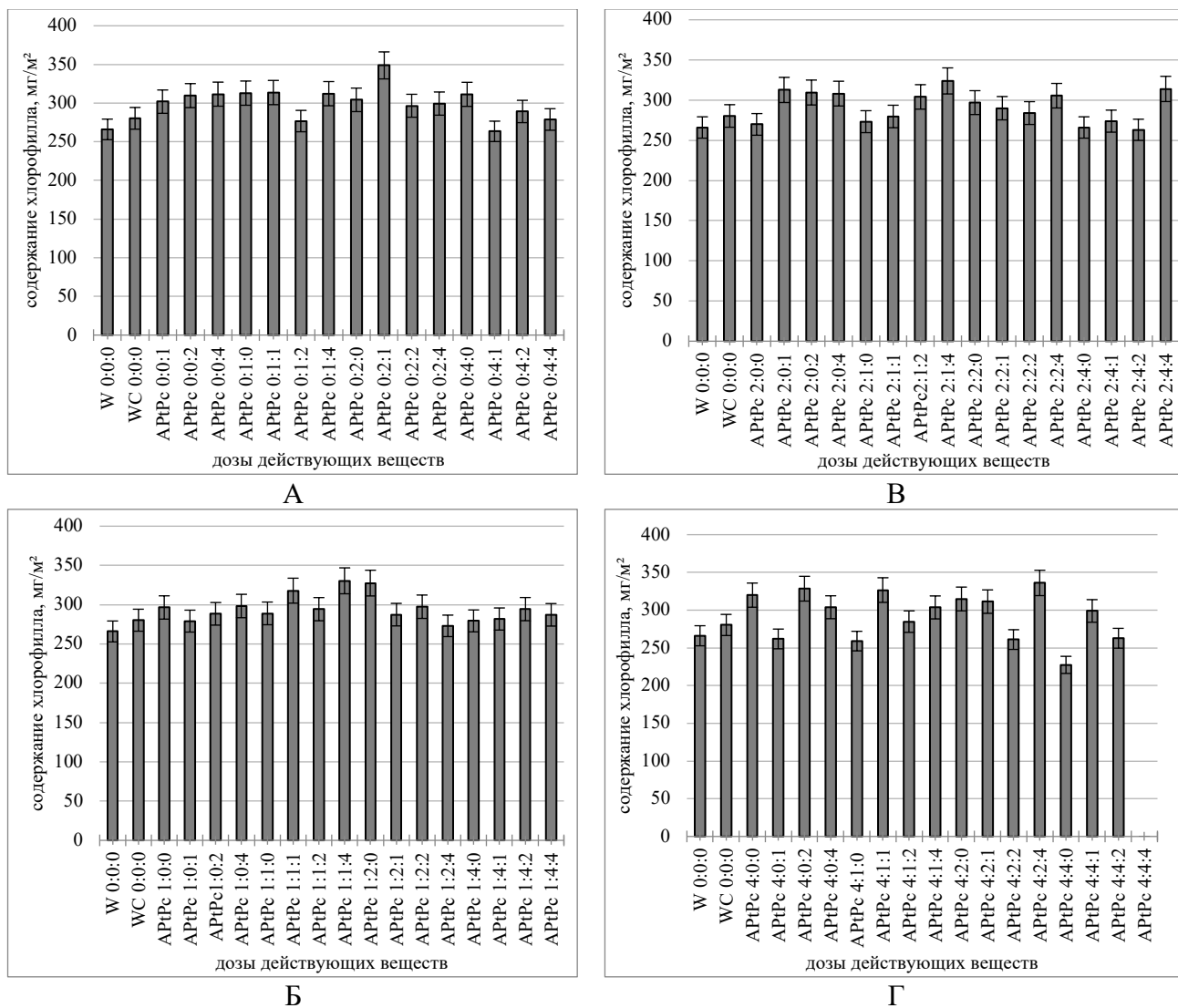


Рисунок 3.2.1.3.2 – Влияние азоксистробина, протиоконазола и прохлораза на содержание хлорофилла в проростках ячменя на 12 сутки

На основании полученных результатов проведен дисперсионный анализ, посчитаны стандартные ошибки среднего. Построены тепловые карты для пшеницы и для ячменя с помощью Python (Приложение 1 П1.1-П1.2, П1.5-П1.6) В приложении 1 П1.3 и П1.4 приведены графики svd анализа. Для построения представленных в приложениях тепловых карт подготовлены аналогичные наборы данных, что и для исследований ципроконазола и флудиоксонила. На тепловых картах также сравниваются результаты каждого соотношения доз друг с другом и максимальные

совпадения обозначены черным, а минимальные белым. Полученные данные доказывают статистическую значимость результатов.

### 3.1 Исследование интенсивности дыхания проростков пшеницы

При разработке препаратов Кинг Комби и Квартет были проведены исследования интенсивности дыхания (ИД) предварительно обработанных зерновок и проростков пшеницы. Интенсивность дыхания проростков анализировали в течение 7 суток в трех повторностях при температуре 20-24° С [10].

$V_0$  – объем исследуемой пробы воздуха, приведенный к нормальным условиям ( $t = 0$  °С,  $P_0 = 101325$  Па), л

$$V_0 = \frac{T_0 \cdot P \cdot V}{(T_0 + t) \cdot P_0}$$

где  $P$  – атмосферное давление при отборе пробы, Па;  $t$  – температура воздуха в месте отбора пробы, °С;  $V$  – объем пробы воздуха при температуре  $t$ , л [79].

Согласно рис.3.3.1.1, ИД у проростков в контроле достаточно равномерная, с 1 по 2 сутки исследования наблюдался ее рост, связанный с прорастанием зерновок. Было снижение ИД на 3 сутки и увеличение на 5 сутки, что связано с обильным прорастанием грибов на необработанных проростках. Далее ИД была на уровне 2,9 мг  $\text{CO}_2/\text{г} \cdot \text{час}$ . При обработке зерновок протиоконазолом рост грибов был менее интенсивным. У обработанных проростков, также, как и в контроле, наблюдали рост ИД в первые сутки. В динамике ИД имела более плавные переходы в отличие от контроля. На 3 сутки ИД несколько снизилась и достигла минимума на 6 сутки, что объясняется ингибированием роста пшеницы на начальных этапах. Максимальное было на 4 сутки. Таким образом, зависимость была связана с особенностями действия протиоконазола [9, 14].

На рис. 3.3.1.2 ИД проростков, обработанных азоксистрибином, имеет два пика на 3 и на 5 сутки, достигая максимального значения на 5 сутки. Такой рост связан с тем, что под влиянием ауксинов активируются дыхательные ферменты, в частности, аскорбатоксидаза, что приводит к увеличению ИД [10, 46].

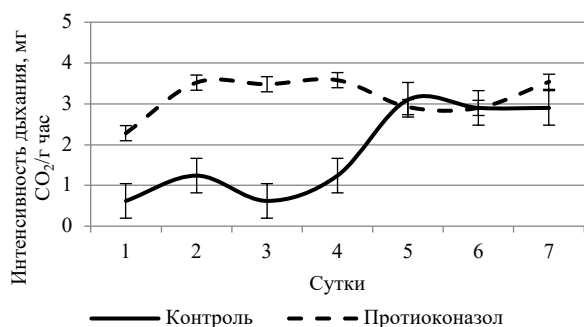


Рисунок 3.3.1.1 – Изменение интенсивности дыхания пшеницы под действием протиоконазола

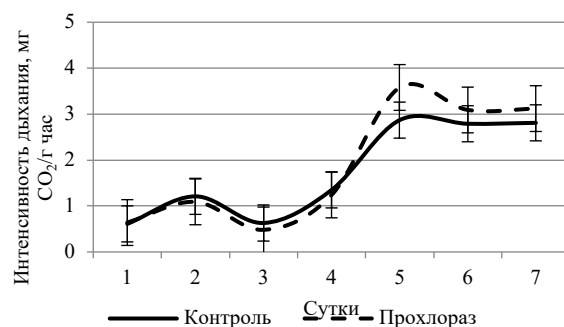


Рисунок 3.3.1.3 – Изменение интенсивности дыхания пшеницы под действием прохлораз

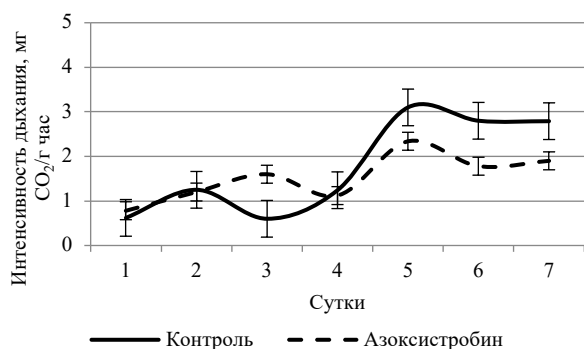


Рисунок 3.3.1.2 – Изменение интенсивности дыхания пшеницы под действием азоксистробина

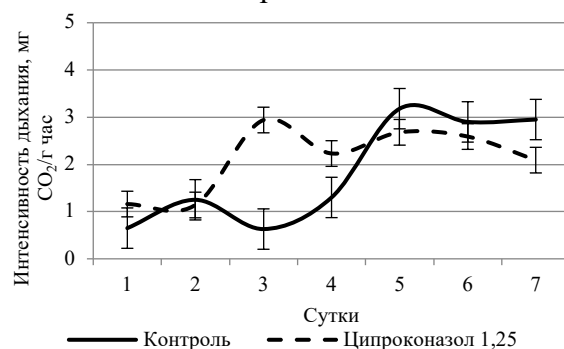


Рисунок 3.3.1.4 – Изменение интенсивности дыхания пшеницы под действием ципроконазола

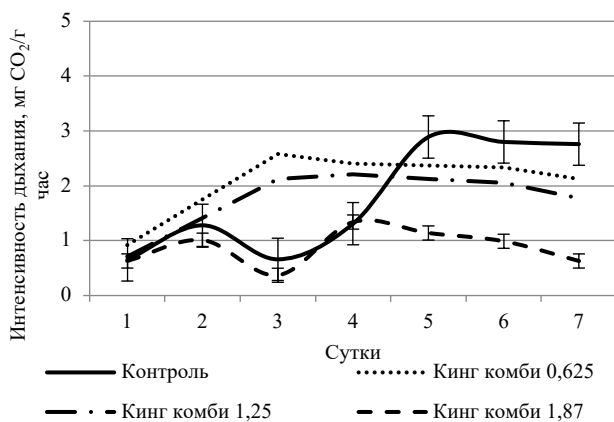


Рисунок 3.3.1.5 – Изменение интенсивности дыхания пшеницы под действием препарата Кинг Комби

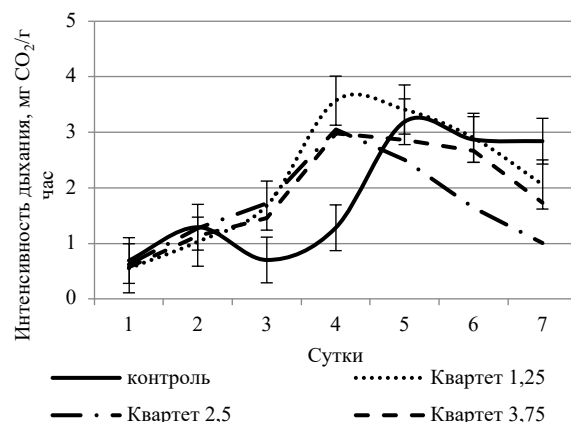


Рисунок 3.3.1.6 – Изменение интенсивности дыхания пшеницы под действием препарата Квартет

Если азоксистробин блокирует дыхательную цепь, то антиоксический эффект ауксиноподобных веществ не сможет проявиться. Кроме того, ауксины активируют ряд энергозависимых переносчиков, что приводит к дополнительному расходованию запасных веществ. Ауксиноподобные вещества активируют гидролитические ферменты, что приводит к превращению запасных питательных веществ в водорастворимые и легко транспортируемые вещества. Результатом является увеличение

количества дыхательного субстрата, что также усиливает дыхание зародыша и рост [10]. После пика на 5 сутки ИД плавно снижается. Проростки под действием азоксистрибина имеют меньшую ИД по сравнению с контролем. В таком случае можно предположить ингибирование аэробной фазы дыхания. Запасные питательные вещества расходуются быстро из-за низкого выхода АТФ при гликолизе, а декарбоксилирование, происходящее в аэробной фазе дыхания, заторможено в связи с тем, что азоксистрибин ингибирует последние стадии аэробного дыхания – электрон-транспортную цепь. В результате установлено, что азоксистрибин способен несколько угнетать интенсивность дыхания пшеницы [10].

Согласно рис. 3.3.1.3, увеличение ИД у проростков в контроле и при обработке прохлоразом наблюдалось с 1 по 2 сутки исследования. Затем было снижение ИД на 3 сутки. Максимальное значение ИД у обработанных прохлоразом проростков достигнуто на 5 сутки, после чего ИД вновь снизилась. Аналогичная тенденция у контрольных проростков. В целом, до 5 суток, ИД проростков под действием прохлораза не превышала контроль, что свидетельствовало об ингибировании роста проростков в первые сутки.

Как видно из рис. 3.3.1.4, при обработке зерновок ципроконазолом максимальная ИД была на 3 сутки, что превысило контроль. Начиная с 5 суток наблюдался плавный спад ИД у обработанных проростков. Под влиянием ципроконазола максимум ИД достигнут позже на сутки, что связано с ингибированием прорастания зерновок.

Согласно рис. 3.3.1.5, ИД проростков, обработанных Кинг Комби 0,625 и Кинг Комби 1,25, резко возрастала с 1 по 3 сутки исследования, затем линейно уменьшалась до 7 суток. ИД проростков под действием Кинг Комби 0,625 в 1-4 сутки превышала контроль, а при обработке Кинг Комби 1,25 была несколько ниже. При обработке зерновок препаратом Кинг Комби 1,87 ИД возрастала с 1 по 2 сутки, не превышая контроль. Минимальное значение достигнуто на 3 сутки, как и в контроле, а затем ИД волнообразно изменялась. ИД проростков, обработанных Кинг Комби, была несколько ниже контроля. Однако, они имеют схожую динамику.

Согласно рис. 3.3.1.6, при обработке зерновок препаратом Квартет МД (на масляной основе) 1,25 ИД проростков увеличивалась до 4 суток, достигая максимума, затем линейно снижалась. При обработке зерновок препаратом Квартет МД 2,5 динамика ИД была сходной, но с 1 по 3 сутки она превышала результаты предыдущего варианта. При обработке зерновок препаратом Квартет МД 3,75 зависимость имела наиболее плавные переходы.

В первые трое суток обработанные проростки имели меньшую ИД по сравнению с контролем. Но в последующие дни исследования наблюдался рост ИД. В целом, динамика ИД проростков под действием Квартета имела более плавные колебания по сравнению с контролем. Увеличение колебаний свидетельствует о неблагоприятном воздействии и адаптации растения к нему. С распространением заражения в зерновках ИД может увеличиваться за счет образования активных форм кислорода, которые защищают проростки. Применение препаратов Кинг Комби и Квартет по сравнению с д.в. по отдельности позволяло получать более стабильную динамику дыхания проростков. Под действием протиоконазола и прохлораза ИД по сравнению с контролем снижалась значительно, чем при действии других д.в.

#### **4.1 Исследование влияния вспомогательных веществ**

В качестве вспомогательных веществ исследовали необходимые связующие составляющие, такие как пеногасители, эмульгаторы, красители. Пеногасители и эмульгаторы позволили обеспечить более устойчивую форму суспензии готового препарата. Красители выполняют роль индикации степени обработки семян при протравливании. Данные дополнительные составляющие в фунгицидном препарате должны быть нейтральными или не угнетающими по отношению к всхожести и росту проростков. В связи с этим, проведены исследования энергии, всхожести, измерения длины побегов и корней под действием вспомогательных веществ аналогично исследованиям для основных д.в. Также среди вспомогательных компонентов исследовали влияние регуляторов роста – физиологически активных веществ [7].

Для большей чувствительности при исследовании влияния некоторых вспомогательных веществ применяли зерна высокого и низкого класса (далее на рисунках ВК

и НК).

Предложено добавлять в протравитель регуляторы роста 4-ХФУ – 4-хлорфеноксиуксусная кислота; 2-ХЭФ – 2-хлорэтилфосфоновая кислота; ХМХ – хлормекват-хлорид; ЯК – янтарная кислота; АГ – агидол-1 (табл. 3.4.1.1).

Таблица 3.4.1.1 – Влияние регуляторов роста на всхожесть пшеницы и длину побегов и корней на 8 сутки, % от контроля

| Показатель  | Доля нормальных проростков | Доля аномальных проростков | Доля мертвых проростков | Длина побега | Длина корня |
|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------|-------------|
| Контроль, % | 100                        | 100                        | 100                     | 100          | 100         |
| 4-ХФУ       | 70                         | 20                         | 10                      | 73           | 107         |
| 2-ХЭФ       | 82,5                       | 0                          | 17,5                    | 49           | 59          |
| ХМХ         | 92,5                       | 0                          | 7,5                     | 58           | 74          |
| ЯК          | 90                         | 0                          | 10                      | 92           | 94          |
| АГ          | 95                         | 0                          | 5                       | 108          | 110         |

Таблица 3.4.1.2 – Влияние пеногасителей и эмульгаторов на всхожесть пшеницы и длину побегов и корней на 8 сутки, % от контроля

| Показатель      | Доля нормальных проростков | Доля аномальных проростков | Доля мертвых проростков | Длина побега | Длина корня |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------|-------------|
| Контроль, %     | 100                        | 100                        | 100                     | 100          | 100         |
| ПЭГ 600         | 25                         | 45                         | 30                      | 76           | 65          |
| Пента 465       | 75                         | 5                          | 20                      | 83           | 104         |
| Af 5503         | 25                         | 20                         | 55                      | 4            | 4           |
| Sokalan CP 13S  | 70                         | 0                          | 30                      | 85           | 83          |
| Tergitol 15-S-9 | 75                         | 25                         | 0                       | 72           | 68          |
| Родамин         | 80                         | 10                         | 10                      | 98           | 103         |
| 5С              | 75                         | 10                         | 15                      | 99           | 112         |
| D-Rot           | 76                         | 10                         | 14                      | 97           | 104         |

2-ХЭФ не снижала всхожесть пшеницы и ячменя, угнетала рост корней и побегов ячменя, делая проростки коренастыми. Хлормекват-хлорид оказал менее выраженный ретардантный эффект по сравнению 2-ХЭФ. 4-ХФУ стимулировала рост корней и побегов пшеницы и ячменя. Агидол-1 не угнетал всхожесть и энергию прорастания пшеницы и ячменя, оказал положительное действие на рост побегов и корней обоих видов. Янтарная кислота не оказала значительного влияния на рост и всхожесть пшеницы.

Пеногаситель Пента-465 не угнетал всхожесть ячменя и пшеницы, не влиял на длину корней и побегов. Отмечено положительное действие на всхожесть, рост побегов и корней ячменя пеногасителя Af5503 при его применении в минимальной дозе, однако данное влияние не значительно и не является статистически значимым. На



пшенице Af 5503 приводил к торможению роста и подавлял всхожесть. ПЭГ-600 угнетающе действовал на рост пшеницы и в меньшей степени ячменя (табл. 3.4.1.2) [7]. Все исследуемые красители не оказали статистически достоверного влияния на всхожесть и рост проростков пшеницы и ячменя.

## 5.1 Исследование влияния д.в. фунгицидов на перекисное окисление липидов в зерновках

Как видно из рис. 3.5.1.1, протравливание зерна привело к уменьшению анализируемого количества МДА по сравнению с контролем. Поскольку явление характерно и для сухих зерновок, вероятно, компоненты протравителя связывают МДА или ингибируют его образование в процессе ПОЛ при набухании. Тем не менее, нелинейная зависимость содержания МДА от дозы протравителя указывает на изменения ПОЛ.

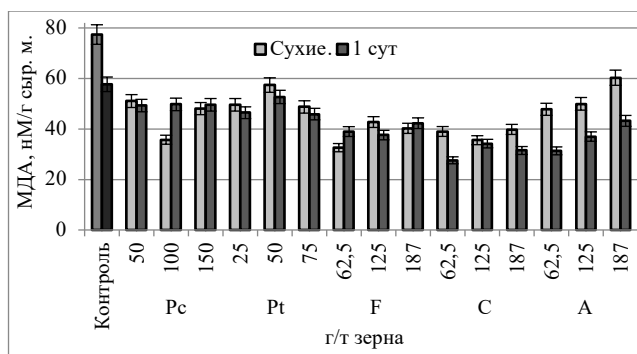


Рисунок 3.5.1.1 – Содержание МДА в сухих и набухающих (1 сут.) зерновках, обработанных растворами д.в. фунгицидов

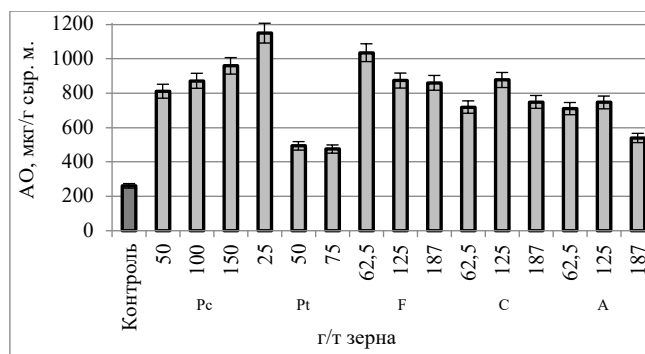


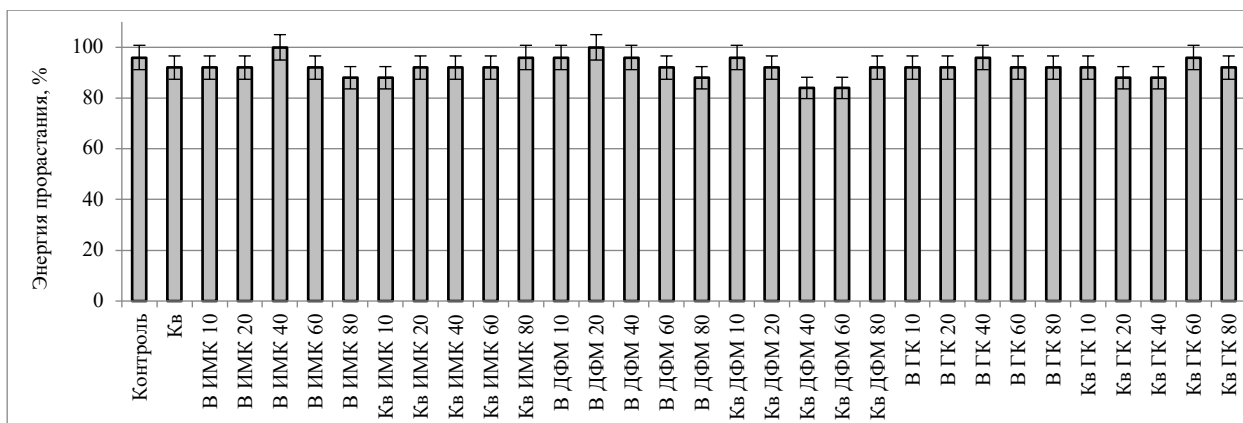
Рисунок 3.5.1.2 – Содержание антиоксидантов в сухих и набухающих (1 сут.) зерновках, обработанных растворами д.в. фунгицидов

Отмечено увеличение водорастворимых антиоксидантов в зерновках, набухающих в течение 1 суток, обработанных д.в. фунгицидов (рис. 3.5.1.2) по сравнению с контролем. Отсутствие линейной зависимости роста концентрации АО от дозы д.в. указывает на то, что сами протравители проявляют антиоксидантную активность с одной стороны, и влияют на накопление водорастворимых АО с другой стороны.

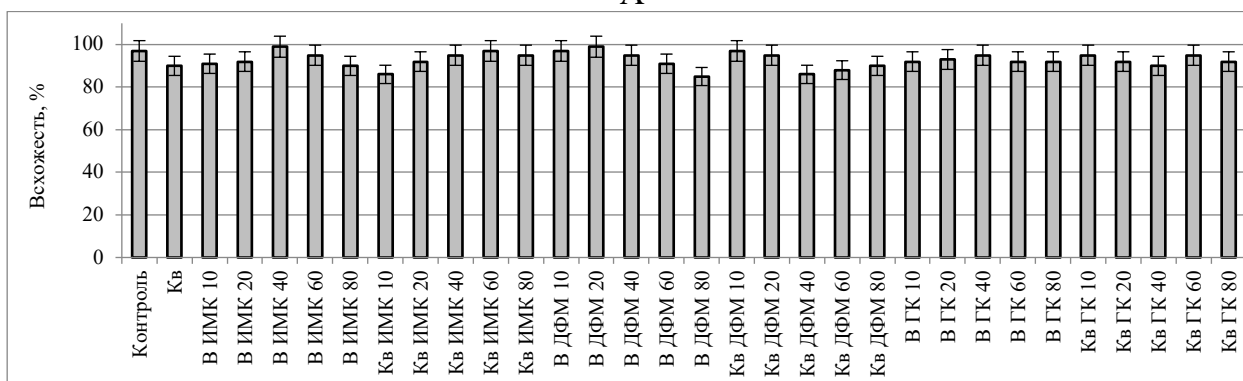
## 6.1 Исследование возможности введения фитогормонов в состав протравителя

Как видно из рис. 3.6.1.1а, энергия прорастания (4 сутки) во всех вариантах

опыта не изменилась существенно. Под влиянием протравителя Квартет энергия прорастания незначительно снизилась. ИМК как индивидуальное вещество увеличила энергию прорастания в концентрации 20 г/л препарата, а в составе протравителя увеличила ее только в концентрации 80 г/л препарата. ДФМ в малых дозах увеличивала энергию прорастания как в водном растворе (20 г/л препарата), так и в составе протравителя (10 г/л препарата). Оптимальная концентрация ГК в водном растворе была 40 г/л препарата, в смеси с протравителем – 60 г/л препарата.



А



Б

Рисунок 3.6.1.1 – Влияние фитогормонов и протравителя Квартет на энергию прорастания (А) и всхожесть (Б) зерновок пшеницы сорта Вестница.

*Примечание.* Здесь и далее В – водный раствор, Кв – эмульсия на основе протравителя Квартет. ИМК – индолилмасляная кислота, ДФМ – дифенилмочевина, ГК – гибберелловая кислота, гиббереллин А<sub>3</sub>. Цифрами указано содержание фитогормонов в г/л готового протравителя. Норма расхода протравителя – 1,5 л/т зерна.

Как видно из рис. 3.6.1.1б, всхожесть (8 суток) незначительно отличалась от энергии прорастания. В большинстве вариантов с использованием протравителя и его сочетания с фитогормонами всхожесть незначительно увеличилась по сравнению с энергией прорастания. Эффективными следует признать добавки фитогормонов и их аналогов в следующих концентрациях:

ИМК 40-80 г/л препарата; ДФМ 10-20 г/л препарата); ГК– 10 и 60 г/л готового протравителя при его использовании в дозе 1,5 л/т зерна.

Фитогормоны в используемых дозах оказали влияние на рост проростков как в водных растворах, так и вместе с протравителем Квартет. Как видно из рис. 3.6.1.2, длина и масса побега проростков в возрасте 4 суток под влиянием протравителя Квартет существенно уменьшились, а масса зерновки была больше, чем в контроле, что свидетельствует о недостаточно эффективном гидролизе и потреблении запасных питательных веществ.

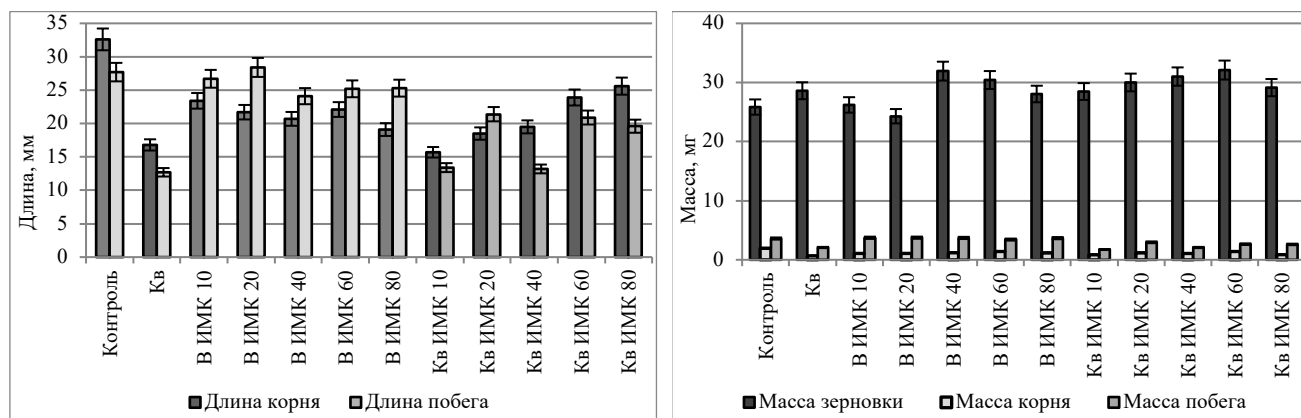


Рисунок 3.6.1.2 – Влияние ИМК и протравителя Квартет на длину корня и побега и массу частей проростка (4 сут.) пшеницы сорта Вестница

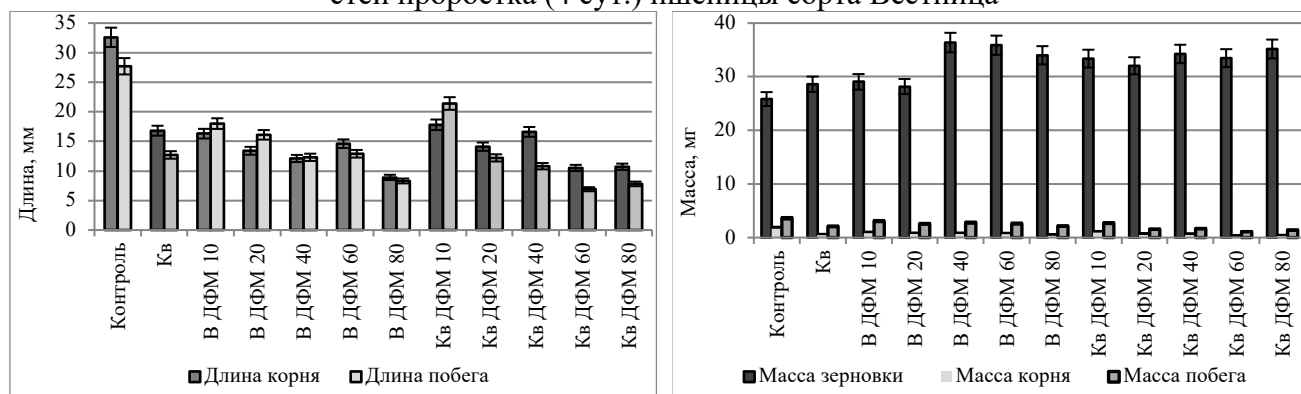


Рисунок 3.6.1.3 – Влияние ДФМ и протравителя Квартет на длину корня и побега и массу частей проростка (4 сут.) пшеницы сорта Вестница

Водные растворы ИМК незначительно подавляли рост органов проростка в длину. Поскольку их масса существенно не изменилась, проростки выглядели более коренастыми. Такое явление – изменение направления роста с продольного на поперечное – может быть вызвано избытком ауксина. Добавление ИМК к протравителю Квартет в дозе 20 г/л способствовало увеличению длины и массы корня и побега. Эту дозу следует считать оптимальной. Доза 10 г/л была недостаточной, а более высокие дозы – нецелесообразными несмотря на их положительное влияние

на рост корня. Применение ИМК не способствовало более эффективному гидролизу запасных веществ зерновки.

Как видно из рис. 3.6.1.3, водные растворы ДФМ несколько тормозили рост проростков, причем с увеличением дозы торможение становилось более выраженным. Высокие дозы ДФМ тормозили гидролиз питательных веществ в зерновке. Совместное применение ДФМ с Квартетом в дозе 10 г/л готового препарата оказало стимулирующее действие на рост побега и корня проростка в длину, а также на накопление ими сухой массы. Эту дозу следует считать оптимальной. При увеличении дозы ДФМ как добавки к Квартету наблюдали торможение роста проростка. Отмечено замедление гидролиза питательных веществ в зерновке во всех вариантах, включающих добавку ДФМ в Квартет.

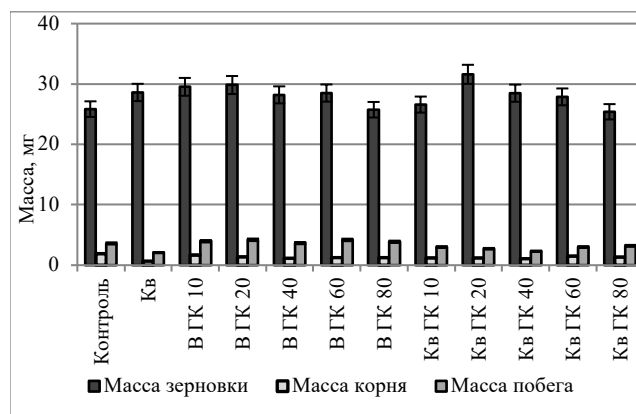
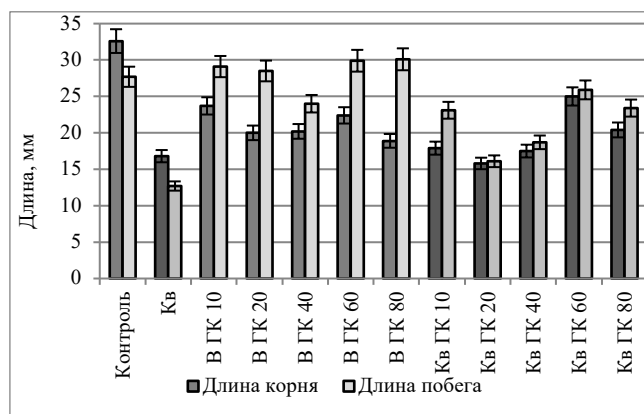


Рисунок 3.6.1.4 – Влияние ГА и протравителя Квартет на длину корня и побега и массу частей проростка (4 сут.) пшеницы сорта Вестница

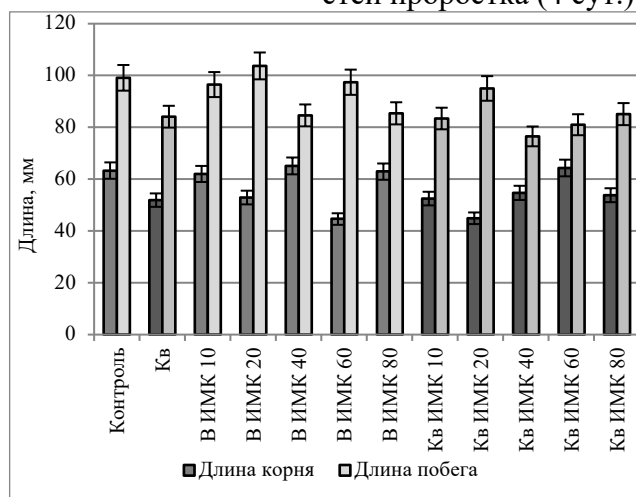


Рисунок 3.6.1.5 – Влияние ИМК и протравителя Квартет на длину корня и побега проростка (8 сут.) пшеницы сорта Вестница

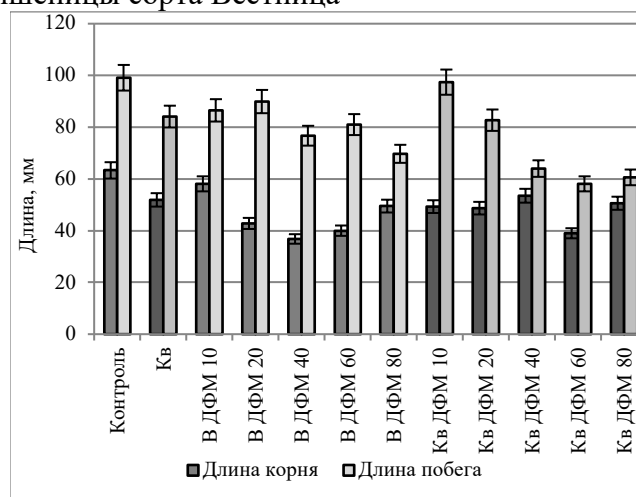


Рисунок 3.6.1.6 – Влияние ДФМ и протравителя Квартет на длину корня и побега проростка (8 сут.) пшеницы сорта Вестница

Как видно из рис. 3.6.1.4, водные растворы ГА не способствовали усилению

роста проростков и гидролиза запасных веществ в зерновке. Совместное применение ГА с Квартетом в дозе 10 и 60 г/л готового препарата стимулировали рост частей проростка в длину и накопление сухого вещества, уменьшение массы зерновки. Выражена полимодальность действия ГА, в связи с чем предпочтение лучше отдать малым дозам – 10 г/л готового протравителя.

Как видно из рис. 3.6.1.5, проявилось стимулирующее действие ИМК в водных растворах на рост проростков в дозе 20 г/л. В этой же дозе при совместном применении с квартетом обнаружено увеличение длины побега. Эта доза является оптимальной: 10 г/л не дает видимого эффекта, а более высокие дозы тормозят рост как в водных растворах, так и вместе с Квартетом.

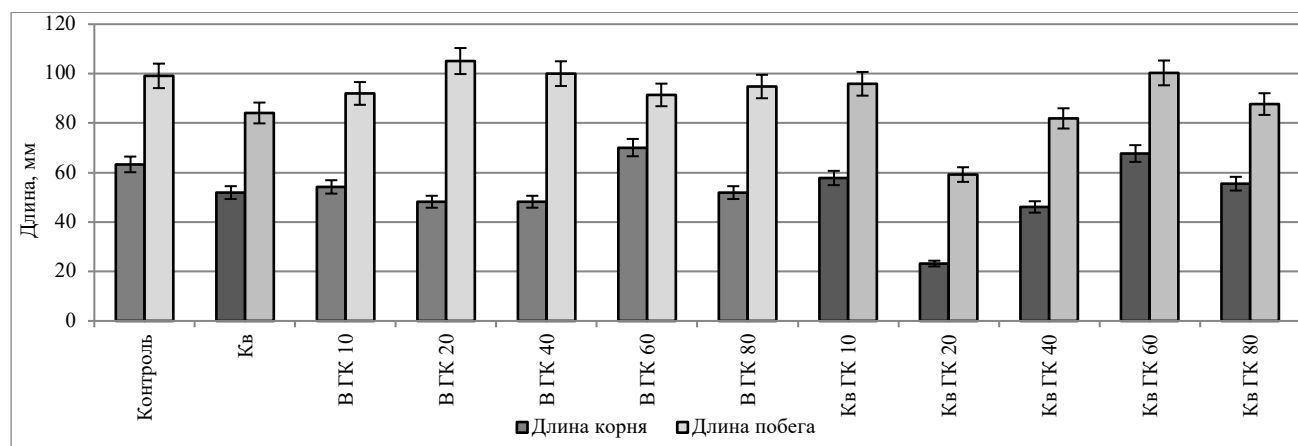


Рисунок 3.6.1.7 – Влияние ГА и протравителя Квартет на длину корня и побега проростка (8 сут.) пшеницы сорта Вестница

Как видно из рис. 3.6.1.6, ДФМ в водных растворах в применяемых дозах не оказала влияния на рост побега, а в дозах свыше 20 г/л вызвала торможение роста корня. При использовании ДФМ совместно с протравителем Квартет в дозе 10 г/л длина побега увеличилась и соответствовала контролю. Дальнейшее увеличение дозы приводит к торможению роста и нецелесообразно.

Как видно из рис. 3.6.1.7, ГА в водных растворах способствует росту побега в дозе 20 г/л; доза 10 г/л является недостаточной, а большие дозы – избыточными для управления ростом побега. Как и в возрасте 4 суток, следует считать оптимальными дозы 10 и 60 г/л для добавления в Квартет. Таким образом, снижение дозы гормонов было оправдано. Оптимальными дозами следует считать ИМК 20 г/л, ДФМ 10 г/л, ГА 10 и 60 г/л.

## 7.1 Полевые испытания препаратов Кинг Комби и Квартет

Метеоусловия 2014 – 2018 гг. предоставленные по данным метеостанции СТПОБП Невинномысск указаны в табл. 3.5.1.1. В течение периода исследований приведены средняя температура воздуха, количество осадков по годам и месяцам и средние многолетние показатели. Наиболее неравномерные метеорологические данные получены в период вегетации 2016 года. В июле осадков выпало на 58,1 мм выше среднемноголетней нормы. Распределение осадков было неравномерным, большая часть выпала в виде проливных дождей во второй и третьей декадах [3]. В июне выпало на 7,8 мм выше среднемноголетней нормы. Июнь по температурному режиму был близок к климатической норме. В августе температурный режим был близок к климатической норме.

Анализ полученных метеорологических условий, проведенный по исследуемым вегетационным периодам, показал, что наиболее оптимальными по тепло- и влагообеспеченности были 2014 и 2017 гг. В 2016 году отмечались резкие колебания осадков. О наличии стресса для растений, связанного с климатическими факторами, можно судить по гидротермическому коэффициенту (ГТК), который служит интегрированной характеристикой погодных условий [3].

Визуально определяли стадии развития пшеницы по шкале ВВСН. Не выявлено различий во времени наступления стадий кущения, ВВСН 20-29; удлинения стебля, ВВСН 30-39; трубкования, ВВСН 40-49; колошения, ВВСН 51-59; цветения, ВВСН 60-69; молочной спелости, ВВСН 70-79; восковой спелости, ВВСН 80-89 и созревания, ВВСН 90-99 [48].

Результаты исследований по изучению действия препаратов предпосевной обработки семян полевого опыта представлены в табл. 3.7.1.1 – 3.7.1.2. Для препарата Кинг Комби в качестве эталона использован препарат Селест Топ (д.в. тиаметоксам, дифеноконазол, флудиоксонил, 262,5:25:25 г/л).

Таблица 3.7.1.1 – Результаты полевых опытов препарата Кинг Комби. Яровая пшеница сорта Саратовская 42, Ставропольский край, 2014 – 2016 гг.

| Вариант опыта                               | 2014 г.  |        |            |       |       | 2015 г.  |        |            |       |       | 2016 г.  |        |            |       |       |
|---|----------|--------|------------|-------|-------|----------|--------|------------|-------|-------|----------|--------|------------|-------|-------|
|   | Контроль | Эталон | Кинг Комби |       |       | Контроль | Эталон | Кинг Комби |       |       | Контроль | Эталон | Кинг Комби |       |       |
| Норма применения, л/т                       | -        | 1,5    | 1,2        | 1,3   | 1,5   | -        | 1,5    | 1,2        | 1,3   | 1,5   | -        | 1,5    | 1,2        | 1,3   | 1,5   |
| Энергия прорастания, %                      | 94,4     | 94,4   | 95,4       | 94,4  | 94,4  | 89,7     | 89,7   | 90,6       | 90,2  | 89,7  | 98,6     | 98,6   | 99,7       | 99,2  | 98,6  |
| Лаб. всхожесть, %                           | 96,4     | 96,4   | 97,4       | 96,4  | 96,4  | 91,6     | 91,6   | 92,5       | 92,1  | 91,6  | 97,8     | 97,8   | 98,9       | 98,4  | 97,8  |
| Полевая всхожесть семян, %                  | 91,4     | 92,9   | 91,9       | 91,4  | 92,9  | 86,8     | 88,3   | 87,3       | 87,8  | 87,3  | 92,4     | 94,0   | 93,5       | 94,0  | 94,2  |
| Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup> | 356      | 383    | 362        | 356   | 383   | 338      | 364    | 344        | 353   | 347   | 368      | 396    | 375        | 385   | 378   |
| Кустиность общая                            | 4,8      | 5,3    | 5,2        | 4,8   | 5,3   | 4,4      | 4,9    | 4,8        | 4,8   | 4,6   | 4,1      | 4,5    | 4,4        | 4,4   | 4,3   |
| Кустиность продуктивная                     | 4,2      | 4,2    | 4,2        | 4,2   | 4,2   | 3,9      | 3,9    | 3,9        | 4,0   | 3,8   | 4,4      | 4,4    | 4,4        | 4,6   | 4,3   |
| Масса зерна с 1 колоса, г                   | 0,76     | 0,83   | 0,84       | 0,76  | 0,83  | 0,7      | 0,8    | 0,8        | 0,8   | 0,7   | 0,8      | 0,8    | 0,9        | 0,9   | 0,8   |
| Масса 1000 зерен, г                         | 33,00    | 34,68  | 35,28      | 33,00 | 34,68 | 30,4     | 31,9   | 32,5       | 33,1  | 31,8  | 33,8     | 35,5   | 36,1       | 36,8  | 35,4  |
| Урожайность, ц/га                           | 16,7     | 17,9   | 17,8       | 16,7  | 17,9  | 15,0     | 16,1   | 16,0       | 16,6  | 15,8  | 16,1     | 17,5   | 18,0       | 18,1  | 18,5  |
| НСР <sub>05</sub>                           | 0,6 ц/га |        |            |       |       | 0,6 ц/га |        |            |       |       | 0,7 ц/га |        |            |       |       |
| % к контролю                                | 100      | 107,2  | 106,6      | 100,0 | 107,2 | 100      | 107,3  | 106,7      | 110,7 | 105,3 | 100      | 108,7  | 111,8      | 112,4 | 114,9 |

Таблица 3.7.1.2 – Результаты полевых опытов препарата Кинг Комби. Ячмень сорта Донецкий 8, Ставропольский край, 2014 – 2016 гг.

| Вариант опыта          | 2014 г.  |        |            |      |      | 2015 г.  |        |            |      |      | 2016 г.  |        |            |      |      |
|------------------------|----------|--------|------------|------|------|----------|--------|------------|------|------|----------|--------|------------|------|------|
|                        | Контроль | Эталон | Кинг Комби |      |      | Контроль | Эталон | Кинг Комби |      |      | Контроль | Эталон | Кинг Комби |      |      |
| 1                      | 2        | 3      | 4          | 5    | 6    | 7        | 8      | 9          | 10   | 11   | 12       | 13     | 14         | 15   | 16   |
| Норма применения, л/т  | -        | 1,5    | 1,2        | 1,3  | 1,5  | -        | 1,5    | 1,2        | 1,3  | 1,5  | -        | 1,5    | 1,2        | 1,3  | 1,5  |
| Энергия прорастания, % | 87,5     | 88,5   | 89,5       | 88,5 | 88,0 | 83,1     | 84,1   | 83,2       | 84,1 | 85,0 | 91,4     | 92,5   | 93,5       | 92,5 | 92,0 |

Продолжение табл. 3.7.1.2

| 1   | 2        | 3     | 4     | 5     | 6     | 7        | 8     | 9     | 10    | 11    | 12       | 13    | 14    | 15    | 16    |
|---|----------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
| Полевая всхожесть семян, %                  | 85,5     | 87,5  | 87    | 87,5  | 88    | 82,1     | 84,0  | 83,5  | 84,9  | 85,4  | 86,4     | 88,5  | 88,5  | 89,0  | 90,2  |
| Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup> | 328      | 342   | 337   | 344   | 351   | 315      | 328   | 324   | 330   | 337   | 339      | 354   | 349   | 356   | 363   |
| Кустиность общая                            | 3,2      | 3,5   | 3,8   | 4     | 3,7   | 2,4      | 2,6   | 2,9   | 3,0   | 3,1   | 2,7      | 3,0   | 3,2   | 3,4   | 3,1   |
| Кустиность продуктивная                     | 2,9      | 2,9   | 3     | 3,1   | 3,1   | 2,2      | 2,2   | 2,3   | 2,3   | 2,6   | 3,0      | 3,0   | 3,1   | 3,2   | 3,2   |
| Масса зерна с 1 колоса, г                   | 0,71     | 0,78  | 0,76  | 0,84  | 0,8   | 0,5      | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,7   | 0,7      | 0,8   | 0,8   | 0,9   | 0,8   |
| Масса 1000 зерен, г                         | 44,9     | 46    | 45,8  | 47    | 46,5  | 33,7     | 34,5  | 34,4  | 35,3  | 39,5  | 45,9     | 47,1  | 46,9  | 48,1  | 47,6  |
| Урожайность, ц/га                           | 17,6     | 19,7  | 19    | 20,6  | 20,2  | 14,6     | 16,7  | 16,2  | 15,5  | 17,2  | 16,1     | 17,9  | 18,0  | 18,1  | 21,2  |
| НСР <sub>05</sub>                           | 0,9 ц/га |       |       |       |       | 0,8 ц/га |       |       |       |       | 1,0 ц/га |       |       |       |       |
| % к контролю                                | 100      | 111,9 | 108,0 | 117,0 | 114,8 | 100      | 114,4 | 111,0 | 106,2 | 117,8 | 100      | 111,2 | 111,8 | 112,4 | 131,7 |

Таблица 3.7.1.3 – Результаты полевых опытов препарата Квартет. Яровая пшеница сорта Саратовская 42, Ставропольский край, 2016 – 2018 г.

| Вариант опыта                               | 2016 г.  |        |         |       |       | 2017 г.  |        |         |       |       | 2018 г.  |        |         |       |       |
|---|----------|--------|---------|-------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|
|   | Контроль | Эталон | Квартет |       |       | Контроль | Эталон | Квартет |       |       | Контроль | Эталон | Квартет |       |       |
| 1   | 2        | 3      | 4       | 5     | 6     | 7        | 8      | 9       | 10    | 11    | 12       | 13     | 14      | 15    | 16    |
| Норма применения, л/т                       | -        | 1,5    | 1,0     | 1,2   | 1,5   | -        | 1,5    | 1,0     | 1,2   | 1,5   | -        | 1,5    | 1,0     | 1,2   | 1,5   |
| Энергия прорастания, %                      | 90,5     | 91,5   | 91,5    | 91,0  | 89,5  | 91,5     | 92,0   | 92,0    | 91,5  | 90,5  | 92,0     | 92,0   | 93,0    | 92,0  | 90,5  |
| Лаб. всхожесть, %                           | 93,5     | 94,0   | 95,0    | 94,0  | 93,5  | 94,5     | 94,5   | 95,5    | 95,0  | 94,5  | 95,0     | 95,0   | 96,0    | 95,5  | 94,5  |
| Полевая всхожесть семян, %                  | 83,5     | 84,0   | 85,5    | 85,0  | 84,5  | 85,5     | 87,0   | 86,5    | 87,0  | 87,5  | 91,5     | 92,0   | 93,0    | 93,0  | 92,5  |
| Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup> | 323,0    | 330,0  | 348,0   | 342,0 | 337,0 | 317,0    | 326,0  | 324,0   | 328,0 | 333,0 | 394,0    | 403,0  | 418,0   | 415,0 | 410,0 |
| Кустиность общая                            | 2,6      | 2,8    | 2,8     | 2,8   | 2,9   | 2,9      | 3,2    | 3,1     | 3,2   | 3,3   | 3,7      | 3,8    | 3,8     | 4,0   | 3,8   |
| Кустиность продуктивная                     | 2,0      | 2,3    | 2,1     | 2,3   | 2,4   | 2,4      | 2,4    | 2,5     | 2,5   | 2,5   | 3,2      | 3,5    | 3,2     | 3,3   | 3,4   |



Продолжение табл. 3.7.1.3

| 1                         | 2        | 3     | 4     | 5     | 6     | 7        | 8     | 9     | 10    | 11    | 12       | 13    | 14    | 15    | 16    |
|---------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
| Масса зерна с 1 колоса, г | 0,5      | 0,6   | 0,5   | 0,5   | 0,6   | 0,55     | 0,6   | 0,59  | 0,61  | 0,62  | 0,7      | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   |
| Масса 1000 зерен, г       | 29,7     | 30,8  | 30,3  | 30,6  | 31,1  | 34,5     | 35,0  | 34,8  | 35,2  | 35,3  | 34,8     | 36,5  | 35,3  | 35,8  | 36,1  |
| Урожайность, ц/га         | 17,6     | 21,0  | 20,3  | 21,3  | 21,9  | 15,8     | 16,8  | 16,4  | 17,0  | 17,3  | 19,7     | 24,4  | 24,0  | 24,5  | 24,8  |
| НСР <sub>05</sub>         | 0,7 ц/га |       |       |       |       | 0,8 ц/га |       |       |       |       | 0,8 ц/га |       |       |       |       |
| % к контролю              | 100      | 119,3 | 115,3 | 121,0 | 124,4 | 100      | 106,3 | 103,8 | 107,6 | 109,5 | 100      | 123,9 | 121,8 | 124,4 | 125,9 |

Таблица 3.7.1.4 – Результаты полевых опытов препарата Квартет. Ячмень яровой Донецкий 8, Ставропольский край, 2016 – 2018 г.

| Вариант опыта                               | 2016 г.  |        |         |       |       | 2017 г.  |        |         |       |       | 2018 г.  |        |         |       |       |
|---|----------|--------|---------|-------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|----------|--------|---------|-------|-------|
|   | Контроль | Эталон | Квартет |       |       | Контроль | Эталон | Квартет |       |       | Контроль | Эталон | Квартет |       |       |
| Норма применения, л/т                       | -        | 1,5    | 1,0     | 1,2   | 1,5   | -        | 1,5    | 1,0     | 1,2   | 1,5   | -        | 1,5    | 1,0     | 1,2   | 1,5   |
| Энергия прорастания, %                      | 85,5     | 84,5   | 86,0    | 85,5  | 83,5  | 88,0     | 88,5   | 89,0    | 88,5  | 88,0  | 90,7     | 90,4   | 91,4    | 90,9  | 89,6  |
| Лаб. всхожесть, %                           | 90,0     | 91,0   | 91,5    | 90,5  | 90,0  | 92,0     | 93,0   | 93,0    | 93,5  | 92,5  | 95,1     | 96,1   | 96,4    | 96,1  | 95,4  |
| Полевая всхожесть семян, %                  | 82,0     | 83,0   | 83,5    | 83,0  | 82,5  | 84,0     | 85,5   | 84,5    | 85,0  | 85,5  | 86,7     | 88,0   | 87,8    | 87,8  | 87,8  |
| Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup> | 298,0    | 319,0  | 324,0   | 317,0 | 303,0 | 331,0    | 349,0  | 336,0   | 341,0 | 347,0 | 329      | 349    | 345     | 344   | 340   |
| Кустиность общая                            | 3,2      | 3,4    | 3,3     | 3,5   | 3,6   | 3,0      | 3,1    | 3,1     | 3,4   | 3,2   | 3,2      | 3,4    | 3,3     | 3,6   | 3,6   |
| Кустиность продуктивная                     | 2,7      | 2,8    | 2,8     | 2,9   | 2,9   | 2,2      | 2,4    | 2,3     | 2,5   | 2,4   | 2,6      | 2,7    | 2,7     | 2,8   | 2,8   |
| Масса зерна с 1 колоса, г                   | 0,65     | 0,71   | 0,69    | 0,73  | 0,70  | 0,70     | 0,76   | 0,74    | 0,77  | 0,79  | 0,71     | 0,77   | 0,75    | 0,78  | 0,78  |
| Масса 1000 зерен, г                         | 43,4     | 44,2   | 43,8    | 44,3  | 44,1  | 47,2     | 48,4   | 47,9    | 48,6  | 49,0  | 47,3     | 48,4   | 47,9    | 48,5  | 48,6  |
| Урожайность, ц/га                           | 14,9     | 15,8   | 15,5    | 16,2  | 16,0  | 17,3     | 19,9   | 19,7    | 20,2  | 20,4  | 15,7     | 17,6   | 17,3    | 18,5  | 19,1  |
| НСР <sub>05</sub>                           | 0,8 ц/га |        |         |       |       | 1,0 ц/га |        |         |       |       | 0,9 ц/га |        |         |       |       |
| % к контролю                                | 100,0    | 106,0  | 104,0   | 108,7 | 107,4 | 100      | 115,0  | 113,9   | 116,8 | 117,9 | 100      | 112,1  | 110,2   | 117,8 | 121,7 |

Испытание препарата при 3-х нормах применения: 1,2; 1,3 и 1,5 л/т для предпосевной обработки семян пшеницы в условиях Ставропольского края показало, что по показателям эффективности против болезней и по влиянию на урожайность испытываемый препарат был эффективен при норме расхода 1,5 л/т и был близок к результатам эталона Селест Топ.

Результаты полевых опытов препарата Квартет за 2016 – 2018 гг. представлены в табл. 3.7.1.3 – 3.7.1.4. В качестве эталона использован препарат Сценик Комби (д.в. клотианидин + флуоксастробин + протиоконазол + тебуконазол, 250+37,5+37,5+5 г/л).

Испытание препарата при 3-х нормах применения: 1,0; 1,2 и 1,5 л/т для предпосевной обработки пшеницы показало, что против ряда болезней испытываемый препарат был эффективен при нормах расхода 1,2 и 1,5 л/т. Препарат при норме 1,5 л/т был сопоставим результатами эталона Сценик Комби.

Поскольку было предложено изменить соотношение д.в. для препарата Квартет, был проведен мелкоделяночный опыт на пшенице яровой (сорт Альбидум 33) в двух повторностях.

Таблица 3.7.1.5 – Влияние препаратов Квартет на сухую массу пшеницы яровой в различные стадии развития пшеницы, мг

| Вариант опыта | Кущение | Колошение | Молочная спелость |
|---------------|---------|-----------|-------------------|
| Контроль      | 127,5   | 347,5     | 512,5             |
| Квартет       | 112,5   | 315,0     | 500,0             |
| Квартет 252   | 157,5   | 385,0     | 587,5             |

В ходе опыта для Квартет 252 были следующие дозы д.в. – 55 г/л азоксистробина, 30 г/л протиоконазола и 85 г/л прохлораза. Учетная площадь составила 1 м<sup>2</sup>. Исследована сухая масса пшеницы в мг/растение в различные стадии развития пшеницы. Как видно из табл. 3.7.1.5, полученные показатели под действием Квартет 252 на каждой из проанализированных стадий превышали контроль и стандартный вариант препарата Квартет (ацетамиприд, азоксистробин, протиоконазол и прохлораз в дозах 100 + 39 + 39 + 100 г/л).

#### **IV ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗУЧАЕМЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Для расчета экономической эффективности исходным показателем является урожайность, которая оказывает прямое влияние на остальные показатели. Рентабельность, складывающаяся из сопоставления дохода с затратами, позволяет сравнивать экономическую эффективность агроприемов.

Таким образом, при проведении экономической оценки использованы такие показатели, как: урожайность, т/га; затраты на производство (16989 руб/га); себестоимость произведенной продукции; дополнительная продукция и ее стоимость; затраты на выполнение различных агротехнических мероприятий (предпосевная обработка); окупаемость затрат на агроприемы; доход от реализации продукции; рентабельность производства.

Цены на препараты, сложившиеся на конец анализируемого периода, следующие: стоимость Селест топ – 5460 руб/л (норма расхода 1,5 л/т), Кинг Комби - 3250 руб/л, Сценик Комби – 5340 руб/л (норма расхода 1,5 л/т), Квартет – 4806 руб/л. Затраты на протравливание гектарной нормы высева семян – 620 руб. Цена реализации: 1 тонна пшеницы – 14000 руб., 1 тонна ячменя – 15000 руб.

Полученные результаты расчетов по экономической эффективности препарата Кинг Комби на пшенице и ячмене представлены в табл.4.1 – 4.2.

Лучшие экономические показатели для препарата Кинг Комби при исследовании пшеницы за 2014 г. получены при использовании норм расхода 1,2 и 1,5 л/т. В этих вариантах чистый доход составил 7117 и 7082 руб/га, соответственно. При себестоимости продукции в этих вариантах составила: 10001 и 10044 руб/т. А рентабельность производства составила 39,98 и 39,39 %. При исследовании препарата Кинг Комби на ячмене максимальный показатель рентабельности был получен под действием нормы расхода 1,3 л/т и составил 73 %. Близкие показатели были получены и при 1,5 л/т.

Таблица 4.1 – Экономическая эффективность препарата Кинг Комби на пшенице

| Показатели                        | Варианты |        |        |        |        |          |        |        |        |        |          |        |        |        |        |
|-----------------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|
|                                   | 2014     |        |        |        |        | 2015     |        |        |        |        | 2016     |        |        |        |        |
|                                   | Контроль | Эталон | КК 1,2 | КК 1,3 | КК 1,5 | Контроль | Эталон | КК 1,2 | КК 1,3 | КК 1,5 | Контроль | Эталон | КК 1,2 | КК 1,3 | КК 1,5 |
| Урожайность, т/га                 | 1,67     | 1,79   | 1,78   | 1,67   | 1,79   | 1,50     | 1,61   | 1,6    | 1,66   | 1,58   | 1,61     | 1,75   | 1,8    | 1,81   | 1,85   |
| Стоимость валовой продукции, руб. | 23380    | 25060  | 24920  | 23380  | 25060  | 21000    | 22540  | 22400  | 23240  | 22120  | 22540    | 24500  | 25200  | 25340  | 25900  |
| Прибавка к контролю, т/га         | -        | 0,12   | 0,11   | 0,00   | 0,12   | -        | 0,11   | 0,10   | 0,16   | 0,08   | -        | 0,14   | 0,19   | 0,20   | 0,24   |
| Стоимость доп. продукции, руб.    | -        | 1680   | 1540   | 0      | 1680   | -        | 1540   | 1400   | 2240   | 1120   | -        | 1960   | 2660   | 2800   | 3360   |
| Затраты на протравливание, руб/га | -        | 1586   | 814    | 872    | 989    | -        | 1586   | 1291   | 1389   | 1586   | -        | 1586   | 1291   | 1586   | 1389   |
| Прибыль от доп. продукции, руб/га | -        | 94     | 726    | -872   | 691    | -        | -46    | 109    | 851    | -466   | -        | 374    | 1369   | 1214   | 1971   |
| Производственные затраты, руб/га  | 16989    | 18575  | 17803  | 17861  | 17978  | 16989    | 18575  | 18280  | 18378  | 18575  | 16989    | 18575  | 18280  | 18575  | 18378  |
| Себестоимость, руб/т              | 10173    | 10377  | 10001  | 10695  | 10044  | 11326    | 11537  | 11425  | 11071  | 11756  | 10552    | 10614  | 10156  | 10262  | 9934   |
| Чистый доход, руб/га              | 6391     | 6485   | 7117   | 5519   | 7082   | 4011     | 3965   | 4120   | 4862   | 3545   | 5551     | 5925   | 6920   | 6765   | 7522   |
| Рентабельность, %                 | 37,62    | 34,91  | 39,98  | 30,90  | 39,39  | 23,61    | 21,35  | 22,54  | 26,45  | 19,09  | 32,67    | 31,90  | 37,86  | 36,42  | 40,93  |

Таблица 4.2 – Экономическая эффективность препарата на основе Кинг Комби на ячмене

| Показатели                        | Варианты  |         |        |        |        |           |         |        |        |        |           |         |        |        |        |
|-----------------------------------|-----------|---------|--------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|--------|
|                                   | 2014      |         |        |        |        | 2015      |         |        |        |        | 2016      |         |        |        |        |
|                                   | Конт роль | Этало н | КК 1,2 | КК 1,3 | КК 1,5 | Контр оль | Этало н | КК 1,2 | КК 1,3 | КК 1,5 | Конт роль | Этало н | КК 1,2 | КК 1,3 | КК 1,5 |
| Урожайность, т/га                 | 1,76      | 1,97    | 1,90   | 2,06   | 2,02   | 1,46      | 1,67    | 1,62   | 1,55   | 1,72   | 1,61      | 1,79    | 1,80   | 1,81   | 2,12   |
| Стоимость валовой продукции, руб. | 26400     | 29550   | 28500  | 30900  | 30300  | 21900     | 25050   | 24300  | 23250  | 25800  | 24150     | 26850   | 27000  | 27150  | 31800  |
| Прибавка к контролю, т/га         | -         | 0,21    | 0,14   | 0,30   | 0,26   | -         | 0,21    | 0,16   | 0,09   | 0,26   | -         | 0,18    | 0,19   | 0,20   | 0,51   |
| Стоимость доп. продукции, руб.    | -         | 3150    | 2100   | 4500   | 3900   | -         | 3150    | 2400   | 1350   | 3900   | -         | 2700    | 2850   | 3000   | 7650   |
| Затраты на протравливание, руб/га | -         | 1586    | 814    | 872    | 989    | -         | 1586    | 814    | 872    | 989    | -         | 1586    | 814    | 872    | 989    |
| Прибыль от доп. продукции, руб/га | -         | 1564    | 1286   | 3628   | 2911   | -         | 1564    | 1586   | 478    | 2911   | -         | 1114    | 2036   | 2128   | 6661   |
| Производственные затраты, руб/га  | 16989     | 18575   | 17803  | 17861  | 17978  | 16989     | 18575   | 17803  | 17861  | 17978  | 16989     | 18575   | 17803  | 17861  | 17978  |
| Себестоимость, руб/т              | 9653      | 9429    | 9370   | 8670   | 8900   | 11636     | 11123   | 10989  | 11523  | 10452  | 10552     | 10377   | 9890   | 9868   | 8480   |
| Чистый доход, руб/га              | 9411      | 10975   | 10697  | 13039  | 12322  | 4911      | 6475    | 6497   | 5389   | 7822   | 7161      | 8275    | 9197   | 9289   | 13822  |
| Рентабельность, %                 | 55,39     | 59,09   | 60,09  | 73,00  | 68,54  | 28,91     | 34,86   | 36,50  | 30,17  | 43,51  | 42,15     | 44,55   | 51,66  | 52,01  | 76,88  |

Таблица 4.3 – Экономическая эффективность препарата Квартет на пшенице

| Показатели                               | Полевые испытания |            |           |           |           |              |            |           |           |           |              |            |           |        |        |
|--|-------------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|--------|--------|
|  | 2016              |            |           |           |           | 2017         |            |           |           |           | 2018         |            |           |        |        |
| Год                                      | Контр<br>оль      | Этало<br>н | КВ<br>1,0 | КВ<br>1,2 | КВ<br>1,5 | Контр<br>оль | Этало<br>н | КВ<br>1,0 | КВ<br>1,2 | КВ<br>1,5 | Контр<br>оль | Этало<br>н | КВ<br>1,0 | КВ 1,2 | КВ 1,5 |
| Варианты                                 |                   |            |           |           |           |              |            |           |           |           |              |            |           |        |        |
| Урожайность,<br>т/га                     | 1,76              | 2,1        | 2,03      | 2,13      | 2,19      | 1,58         | 1,68       | 1,64      | 1,7       | 1,73      | 1,97         | 2,44       | 2,4       | 2,45   | 2,48   |
| Стоимость<br>валовой<br>продукции, руб.  | 24640             | 29400      | 28420     | 29820     | 30660     | 22120        | 23520      | 22960     | 23800     | 24220     | 27580        | 34160      | 33600     | 34300  | 34720  |
| Прибавка<br>к<br>контролю, т/га          | -                 | 0,34       | 0,27      | 0,37      | 0,43      | -            | 0,10       | 0,06      | 0,12      | 0,15      | -            | 0,47       | 0,43      | 0,48   | 0,51   |
| Стоимость доп.<br>продукции, руб.        | -                 | 4760       | 3780      | 5180      | 6020      | -            | 1400       | 840       | 1680      | 2100      | -            | 6580       | 6020      | 6720   | 7140   |
| Затраты на<br>протравливание<br>, руб/га | -                 | 1553       | 977       | 1150      | 1409      | -            | 1553       | 977       | 1150      | 1409      | -            | 1553       | 977       | 1150   | 1409   |
| Прибыль от доп.<br>продукции,<br>руб/га  | -                 | 3207       | 2803      | 4030      | 4611      | -            | -153       | -137      | 530       | 691       | -            | 5027       | 5043      | 5570   | 5731   |
| Производствен<br>ные затраты,<br>руб/га  | 16989             | 18542      | 17966     | 18139     | 18398     | 16989        | 18542      | 17966     | 18139     | 18398     | 16989        | 18542      | 17966     | 18139  | 18398  |
| Себестоимость,<br>руб/т                  | 9653              | 8830       | 8850      | 8516      | 8401      | 10753        | 11037      | 10955     | 10670     | 10635     | 8624         | 7599       | 7486      | 7404   | 7419   |
| Чистый доход,<br>руб/га                  | 7651              | 10858      | 10454     | 11681     | 12262     | 5131         | 4978       | 4994      | 5661      | 5822      | 10591        | 15618      | 15634     | 16161  | 16322  |
| Рентабельность,<br>%                     | 45,04             | 58,56      | 58,19     | 64,40     | 66,65     | 30,20        | 26,84      | 27,80     | 31,21     | 31,64     | 62,34        | 84,23      | 87,02     | 89,10  | 88,71  |



Таблица 4.4 – Экономическая эффективность препарата Квартет на ячмене

| Показатели                        | Полевые испытания |         |        |        |        |           |         |        |        |        |           |         |        |        |        |
|-----------------------------------|-------------------|---------|--------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|--------|-----------|---------|--------|--------|--------|
|                                   | 2016              |         |        |        |        | 2017      |         |        |        |        | 2018      |         |        |        |        |
| Год                               | Конт роль         | Этало н | КВ 1,0 | КВ 1,2 | КВ 1,5 | Контр оль | Этало н | КВ 1,0 | КВ 1,2 | КВ 1,5 | Контр оль | Этало н | КВ 1,0 | КВ 1,2 | КВ 1,5 |
| Урожайность, т/га                 | 1,49              | 1,58    | 1,55   | 1,62   | 1,60   | 1,73      | 1,99    | 1,97   | 2,02   | 2,04   | 1,57      | 1,76    | 1,73   | 1,85   | 1,91   |
| Стоимость валовой продукции, руб. | 22350             | 23700   | 23250  | 24300  | 24000  | 25950     | 29850   | 29550  | 30300  | 30600  | 23550     | 26400   | 25950  | 27750  | 28650  |
| Прибавка к контролю, т/га         | -                 | 0,09    | 0,06   | 0,13   | 0,11   | -         | 0,26    | 0,24   | 0,29   | 0,31   | -         | 0,19    | 0,16   | 0,28   | 0,34   |
| Стоимость доп. продукции, руб.    | -                 | 1350    | 900    | 1950   | 1650   | -         | 3900    | 3600   | 4350   | 4650   | -         | 2850    | 2400   | 4200   | 5100   |
| Затраты на протравливание, руб/га | -                 | 1553    | 977    | 1150   | 1409   | -         | 1553    | 977    | 1150   | 1409   | -         | 1553    | 977    | 1150   | 1409   |
| Прибыль от доп. продукции, руб/га | -                 | -203    | -77    | 800    | 241    | -         | 2347    | 2623   | 3200   | 3241   | -         | 1297    | 1423   | 3050   | 3691   |
| Производственные затраты, руб/га  | 16989             | 18542   | 17966  | 18139  | 18398  | 16989     | 18542   | 17966  | 18139  | 18398  | 16989     | 18542   | 17966  | 18139  | 18398  |
| Себестоимость, руб/т              | 11402             | 11736   | 11591  | 11197  | 11499  | 9820      | 9318    | 9120   | 8980   | 9019   | 10821     | 10535   | 10385  | 9805   | 9633   |
| Чистый доход, руб/га              | 5361              | 5158    | 5284   | 6161   | 5602   | 8961      | 11308   | 11584  | 12161  | 12202  | 6561      | 7858    | 7984   | 9611   | 10252  |
| Рентабельность, %                 | 31,56             | 27,82   | 29,41  | 33,97  | 30,45  | 52,75     | 60,98   | 64,48  | 67,05  | 66,32  | 38,62     | 42,38   | 44,44  | 52,99  | 55,72  |

Лучшие экономические показатели для препарата Кинг Комби при исследовании пшеницы и ячменя за 2015 и 2016 гг. получены при использовании нормы расхода 1,5 л/т. По результатам расчета экономической эффективности препарата Квартет на пшенице за 2016 г. (табл.4.3) наиболее эффективным показал себя вариант с нормой расхода 1,5 л/т. Чистый доход при этом составил 12262 руб/га при себестоимости 8401 руб/т. Наиболее экономически эффективный вариант применения Квартета на пшенице в 2018 г. получен при норме расхода 1,2 л/т. Чистый доход составил 16161 руб/га при себестоимости продукции 7404 руб/т, а рентабельность производства – 89,10 %. Аналогичный результат достигнут на ячмене в 2016-2017 гг (табл.4.4).

В 2017 г. оптимальный результат был достигнут при 1,5 л/т. Чистый доход при 1,5 л/т составил 5822 руб/га при себестоимости продукции 10635 руб/т, а рентабельность производства – 31,21 %. Аналогично результатам 2016 г., при исследовании ячменя лучший результат получен при применении нормы расхода 1,2 л/т. Себестоимость составила 8980 руб/т, а чистый доход – 12161 руб/га. Под действием 1,5 л/т получен сопоставимый результат.

По результатам, полученным на ячмене, в 2018 при норме расхода 1,2 л/т также получен высокий показатель, но результат при норме расхода 1,5 л/т превысил его. Чистый доход составил 10252 руб/га с учетом себестоимости продукции 9633 руб/т, а рентабельность производства составила 55,72 %.

Таким образом, применение защитно-стимулирующих обработок зерна способствует увеличению урожайности и влияет на рентабельность.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что азоксистробин и ципроконазол обладают наибольшим фитотоксическим действием. При максимальных дозах они тормозят всхожесть, рост проростков и корневой системы. Наиболее низким фитотоксическим эффектом по влиянию на всхожесть обладали CF 4:1, CF 4:2; на накопление биомассы CF 1:4, CF 2:1, CF 2:2, CF 4:1. Наиболее токсичны CF 4:4, CF 4:2, CF 2:4.

2. Выявлено, что низким фитотоксическим эффектом по влиянию на всхожесть обладали APtPc 1:1:1, 2:1:2, 1:2:1, 1:1:4, 1:2:2; на накопление биомассы APtPc 1:1:1, 1:1:2, 2:1:2, 1:2:1, 2:1:1. Наиболее токсичны APtPc 4:4:1, 4:4:2, 4:2:4, 4:4:4. Рекомендуемыми являются: APtPc 1:1:1, 1:1:4, 1:2:1 и 1:2:2.

3. Обнаружено низкое содержание хлорофилла в контроле и у проростков, обработанных малыми дозами фунгицидов. Это связано с повреждением проростков фитопатогенными грибами. Положительно влияют на содержание хлорофилла CF 2:2, CF 2:4, CF 4:1 и APtPc 1:1:1, 1:1:4, 2:1:2, 1:2:1, 2:2:1, 4:1:4 и 4:2:1.

4. Показано, что азоксистробин угнетал дыхание пшеницы на 3 – 36 %, прохлораз на 8 – 24 % по сравнению с контролем. Под действием препаратов на основе CF и APtPc получена более стабильная динамика дыхания проростков по сравнению с индивидуальными д.в. На 5 - 7 сутки интенсивность дыхания проростков, обработанных протравителями, соответствовала контролю.

5. Наиболее эффективными регуляторами роста являются добавки 4-хлорфеноксиуксусная кислота и агидол-1, которые были включены в состав готового препарата на основе CF.

6. Предложены оптимальные дозы д.в. в протравителе на основе APtPc. Оптимальные соотношения: APtPc 1:1:1, APtPc 1:1:4, APtPc 1:2:1 и APtPc 1:2:2. Снижение доз д.в. в данном протравителе позволило бы обеспечить физиологическое действие в виде сниженного ретардантного эффекта и повышения всхожести.

8. По результатам полевых опытов под действием протравителя CF наибольшие показатели урожайности и чистого дохода, руб/га, рентабельности достигнуты при нормах расхода 1,2 и 1,5 л/т.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кинг Комби – готовый к применению продукт без необходимости приготовления баковых смесей. Стимулирует развитие корневой системы, отлично подходит для интенсивных севооборотов. Кинг Комби не вызывает задержку всходов, улучшает кущение и перезимовку зерновых. Благодаря этим свойствам продукт оптимален для поздних сроков сева озимых.

Квартет – готовый к применению продукт без необходимости приготовления баковых смесей. Квартет не вызывает задержку всходов, подходит под все сроки сева, включая поздний. Улучшает кущение и перезимовку растений. Не требуется его усиления за счёт смешивания с другими препаратами.

### Список сокращений:

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| д.в. – действующие вещества | F флудиоксонил                                       |
| A – азоксистробин           | W 0:0 – обработка водой без фунгицидов<br>(контроль) |
| Pt – протиоконазол          | WC 0:0 – обработка растворителем цикло-              |
| C – ципроконазол            | гексаноном   |
| Pc – прохлораз              |  |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агро Эксперт Груп Кинг Комби протравитель семян купить от компании Агро Эксперт Груп [Электронный ресурс]. URL: [https://agroex.ru/protraviteli/king-kombi/instrukcija\\_po\\_primeneniju\\_king-kombi/](https://agroex.ru/protraviteli/king-kombi/instrukcija_po_primeneniju_king-kombi/) (дата обращения: 21.06.2020).
2. Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. Физиология растений / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко, под ред. Ермаков И.П., Москва: Academia, 2005. 640 с.
3. Алибеков М. Б. Влияние защитно-стимулирующих обработок семян и посевов на фитосанитарное состояние агроценоза и урожайность льна-долгунца в условиях црнз 2019.
4. Антонов В. В. Моспилан Москва., 2001.
5. Арасимович В. В., Ярош Н. П., Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений / В. В. Арасимович, Н. П. Ярош, А. И. Ермаков, под ред. А. И. Ермаков, 3-е изд., Ленинград: Агропромиздат, 1987. 430 с.
6. Байбакова Е. В. [и др.]. Исследование влияния современных пестицидов на физиологические особенности зерновых культур // Вестник Казанского технологического университета. 2015. № 10 (18). С. 222–226.
7. Байбакова Е. В. Исследование влияния регуляторов роста на физиологические особенности зерновых культур // Комплексные проблемы техносферной безопасности: матер. междунар. науч.-практ. конф. 2015. (5). С. 149–153.
8. Байбакова Е. В. [и др.]. Физиологические особенности действия флудиоксонила и ципроконазола на прорастание зерновок пшеницы // Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». 2021. № 45 (3). С. 19.
9. Байбакова Е. В., Алексеев А. В. Анализ действия протиоконазола на проростки пшеницы с применением пакета scikit-learn // Вопросы современной науки: новые перспективы Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2017. С. 80–82.
10. Байбакова Е. В., Нефедьева Е. Э. Изменения интенсивности дыхания проростков пшеницы под действием азоксистробина и регулятора роста // Вестник науки и образования. 2017. № 12 (36) (2).
11. Байбакова Е. В., Нефедьева Е. Э. Фитотоксическое действие некоторых фунгицидов // Современная микология в России: матер. 4-го Съезда микологов России. 2017. С. 1–3.
12. Байбакова Е. В., Нефедьева Е. Э. Анализ эффективности и фитотоксичности нового трехкомпонентного фунгицида // Аграрная наука. 2019. № 2 (2). С. 160–164.
13. Байбакова Е. В., Нефедьева Е. Э., Белопухов С. Л. Исследование влияния современных протравителей на всхожесть и рост проростков зерновых культур // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. № 3 (6). С. 57–64.
14. Байбакова Е. В., Нефедьева Е. Э., Хохлова Т. В. Влияние протиоконазола на физиологические свойства пшеницы // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. 2017. (61). С. 138–141.
15. Байбакова Е. В., Полякова Г. Н., Нефедьева Е. Э. Эффективность ципроконазола и флудиоксонила против гриба *Botrytis cinerea* // Успехи медицинской микологии. 2018. (18). С. 95–99.
16. Башинская О. С. Технология производства продукции растениеводства Методические указания для практических занятий / О. С. Башинская, Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017. 235 с.
17. Бегляров Г. А., Смирнова А. А., Баталова Т. С. Химическая и биологическая защита растений / Г. А. Бегляров, А. А. Смирнова, Т. С. Баталова, под ред. Г. А. Бегляров, Москва: Колос, 1983. 351 с.
18. Безлер Н. В., Щеглов Д. И. Растениеводство / Н. В. Безлер, Д. И. Щеглов, Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011. 52 с.
19. Белан С. Р., Грапов А. Ф., Мельникова Г. М. Новые пестициды : Справочник / С. Р. Белан, А. Ф. Грапов, Г. М. Мельникова, Москва : Грааль, 2001. 195 с.
20. Белицкая М. Н. [и др.]. Исследование и сравнительный анализ действующих веществ современных протравителей зерновых культур // Вестник Казанского технологического университета. 2015. № 9 (18). С. 32–36.

21. Белов Д.А. Химические методы и средства защиты растений в лесном хозяйстве и озеленении / Белов Д.А., Москва: МГУЛ, 2003. 128 с.
22. Вакуленко В. В. Регуляторы роста растений повышают стрессоустойчивость культур // Защита и карантин растений. 2015. С. 13–15.
23. Верхотуров В. В. Физиолого-биохимические процессы в зерновках ячменя и пшеницы при их хранении, прорастании и переработке 2008.
24. Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химические средства защиты растений / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков, под ред. А.С. Максимова, Москва: КолосС, 2006. 248 с.
25. Голышин Н. М. Фунгициды / Н. М. Голышин, Москва: Колос, 1993. 1–317 с.
26. Голышин Н. М. Иллюстрация: Классификация фунгицидов Москва: Колос, 1993. С. 319.
27. Горина И.Н. Полноту протравливания препаратами группы триазолов необходимо контролировать // Защита и карантин растений. 2012. (2). С. 24–25.
28. Гришечкина Л. Д. [и др.]. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов // Агрехимия. 2020. № 9. С. 32–47.
29. Гришечкина Л. Д., Долженко В. И. Биологическое обоснование использования стробилуринов в защите зерновых культур Голицыно:, 2003.
30. Груздев Г. С. Химическая защита растений / Г. С. Груздев, Москва: Агропромиздат, 1987. 415 с.
31. Гудкова Г. Н. Анатомические особенности строения колоса сородичей хлебных злаков // Вестник Адыгейского государственного университета. 2013. № 122 (3).
32. Джалилов Ф. С.-У., Томилова О. Г., Штерншис М. В. Биологическая защита растений / Ф. С.-У. Джалилов, О. Г. Томилова, М. В. Штерншис, Москва: КолосС, 2004. 264 с.
33. Дорошук О. В. [и др.]. Эффективность применения композиций на основе фитогормонов и штамма бактерий рода *Bacillus* при выращивании растений *Salvia splendens* // Вестник БарГУ. Серия: БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. 2018. № 6. С. 135–142.
34. Еремина О. Ю., Лопатина Ю. В. Перспективы применения неоникотиноидов в сельском хозяйстве России и сопредельных стран // Агрехимия. 2005. (6). С. 87–93.
35. Зайцев В. И. [и др.]. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями N 1, 2) // 1986.
36. Зальцман В. А. Товарная классификация зерна: принципы и основы // Нивы России. 2018. № 166 (11).
37. Зинченко В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность / В. А. Зинченко, Москва: Колос, 2005. 232 с.
38. Иванов И. И. Эндогенные ауксины и ветвление корней при изолированном питании растений пшеницы // Физиология растений. 2009. № 2 (56). С. 241–246.
39. Казаков Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки : [Учеб. по спец. Технология хранения и перераб. зерна"] / Е. Д. Казаков, под ред. Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович, 2-е изд., Москва: Агропромиздат, 1989. 367 с.
40. Кефели В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны / В. И. Кефели, Москва: Наука, 1974. 253 с.
41. Козьмина Н. П., Гунькин В. А., Сусянок Г. М. Зерноведение (с основами биохимии растений) / Н. П. Козьмина, В. А. Гунькин, Г. М. Сусянок, Москва: Колос, 2006. 464 с.
42. Коренев Г. В. Биологическое обоснование сроков и способов уборки зерновых культур // 1971. С. 160.
43. Корчагина К. В. Оценка загрязнения городских почв тяжелыми металлами с учетом профильного распределения их объемных концентраций 2014.
44. Кошкин Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур / Е. И. Кошкин, Москва: Дрофа, 2010. 641 с.
45. Кошкин Е. И. Патофизиология сельскохозяйственных культур. Учебное пособие / Е. И. Кошкин, Москва: Проспект, 2015. 340 с.

46. Кузнецов В. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева, под ред. С. С. Медведев, Н. Н. Третьяков, Москва: ФГУП "Издательство "Высшая школа," 2005. 721 с.
47. Куликович С. Н. [и др.]. Влияние длины второго листа на морозостойкость озимой пшеницы // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: I Междунар. науч.-практ. Интернет-конф., посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия. 2016. С. 2528–2530.
48. Куликович С. Н., Куликович Е. Н. Диагностика стадий развития озимой пшеницы по шкале ВВСН. Методическое пособие / С. Н. Куликович, Е. Н. Куликович, под ред. Калясьев М. А.; Журомский Г. К.; Зезюлина Г. А.; Леонов Ф. Н., Минск: Наша Идея, 2014. 1–38 с.
49. Кунавин Г. А. Пути повышения урожайности овощных культур на юге Тюменской области // Аграрный вестник Урала. 2011. № 82 (3). С. 70–72.
50. Куперман Ф. М. [и др.]. Физиология сельскохозяйственных растений в 12 т. / Ф. М. Куперман, Н. Г. Потапов, И. А. Тарчевский, Н. Б. Попова, под ред. Б. А. Рубин, том 4-е изд., Москва: МГУ, 1969. 555 с.
51. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений / Ф. М. Куперман, под ред. Ф. М. Куперман, 3-е изд., Москва:, 1977. 288 с.
52. Личко Н. М. Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции / Н. М. Личко, Москва: ДеЛи плюс, 2013. 512 с.
53. Логвиновский В. Д. Пестициды. Современные проблемы природопользования. Пособие по специальности 011600 – "Биология", 511100 – "Экология и природопользование." Воронеж, 2003.
54. Лукаткин А. С., Голованова В. С. Интенсивность перекисного окисления липидов в охлажденных листьях теплолюбивых растений // Физиология растений. 1988. № 35 (4). С. 773–780.
55. Лутова Л. А. [и др.]. Генетика развития растений / Л. А. Лутова, Т. А. Ежова, И. Е. Додуева, М. А. Осипова, 2-е изд., -е изд., Санкт-Петербург: Издательство Н-Л, 2010. 432 с.
56. Лушников Т. А. Механизмы устойчивости яровой мягкой пшеницы к засухе // Современные подходы и методы в защите растений. 2018. С. 133–134.
57. Маркевич А. Е., Немировец Ю. Н. Основы эффективного применения пестицидов / А. Е. Маркевич, Ю. Н. Немировец, Горки: ООО "Ремком," 2004. 1–60 с.
58. Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории Российской Федерации // 2020. С. 53.
59. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации // 2013.
60. Музылев К. Н. [и др.]. Состав для протравливания семян сельскохозяйственных культур // 2017. С. 1–8.
61. Музылев К. Н. [и др.]. Фунгицидная композиция (варианты) // 2018.
62. МУК 4.1.1213-03 Определение остаточных количеств Азоксистробина (ICI A 5504) и его геометрического изомера (R-230310) в воде, почве, в плодах огурцов, томатов, ягодах винограда, в зерне и соломе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // 2003. С. 26.
63. МУК 4.1.2677-10 Методика выполнения измерений остаточного содержания протиоконазола по метаболиту протиоконазол-дестию в семенах, масле и зеленой массе рапса методом капиллярной газожидкостной хроматографии // 2010. С. 20.
64. Нефедьева Е. Э. [и др.]. Роль фитогормонов в регуляции прорастания семян // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2013. (1). С. 61–66.
65. Никляев В. С. [и др.]. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / В. С. Никляев, В. С. Косинский, В. В. Ткачев, А. А. Сучилина, под ред. В. С. В.С.Никляев, Москва: Былина, 2000. 555 с.

66. Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М. Г. Николаева, М. В. Разумова, В. Н. Гладкова, под ред. Данилова М.Ф., Ленинград: Наука : Ленингр. отд-ние, 1985. 348 с.
67. Онищенко Г. Г. О введении в действие санитарных правил и нормативов СанПиН 2.2.3.1384-03 (с изменениями и дополнениями) // 2003.
68. Пехташева Е. Л. [и др.]. Биодеструкция и биоповреждения материалов. Кто за это в ответе? // Вестник Казанского технологического университета. 2012. (8). С. 222–233.
69. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений / С. Я. Попов, Л. А. Дорожкина, В. А. Калинин, под ред. С. Я. Попова, 2-е, перераб. и доп.-е изд., Москва: Арт-Лион, 2003. 208 с.
70. Попова Л. М. Химические средства защиты растений. Учебное пособие. / Л. М. Попова, Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2009. 96 с.
71. Привалов Ф. И. Ретарданты в посевах ярового ячменя // Защита и карантин растений. 2012. С. 24–26.
72. Прусакова Л.Д. [и др.]. Регуляторы, роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрехимия. 2005. (11). С. 76–86.
73. Рогожина Т. В., Рогожин В. В. Роль перекисного окисления липидов в прорастании зерновок пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (102). С. 28–32.
74. Родин С. А. Энциклопедия лесного хозяйства. А-Л / С. А. Родин, ЭКБСОН, 2006. 424 с.
75. Рожнов Е. Д. Анализ зернового сырья бродильных производств / Е. Д. Рожнов, под ред. Е. А. Ковтун, Бийск: БТИ АлтГТУ, 2016. 23 с.
76. Романенко И. А. Эффективность и устойчивость размещения производства зерновых культур как факторы увеличения экспортного потенциала россии // Никоновские чтения. 2017. (22). С. 233–235.
77. Рубежняк И. Г. Фитотоксические метаболиты *Botrytis cinerea* Pers. Образование, свойства, биологическая активность 1994.
78. САНИН С. С. [и др.]. Химическая защита пшеницы от болезней при интенсивном зернопроизводстве // Защита и карантин растений. 2011. (8). С. 3–10.
79. Семихатова О. А., Чиркова Т. В. Физиология дыхания растений / О. А. Семихатова, Т. В. Чиркова, Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2002. 244 с.
80. Сырова Д. С. [и др.]. Способность некоторых видов фитопатогенных грибов продуцировать абсцизовую кислоту под ред. В. С. Паштецкий, Ялта: Материалы IV международной научно-практической конференции, 2019.С. 286–289.
81. Третьяков Н. Н., Кошкин Е. И., Макрушин Н. М. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин, под ред. Н. Н. Третьяков, 2-е изд., Москва: КолосС, 2013. 656 с.
82. Федеральная служба по надзору в сфере защиты, прав потребителей и благополучия человека Измерение остаточного содержания протиоконазола по метаболиту протиоконазол-дестиио в зерне, масле и зеленой массе сои, репке и зеленой массе лука, семенах, масле и зеленой массе подсолнечника методом капиллярной газожидкостной хроматографии. // Роспотребнадзор. 2015. С. 21.
83. Федотов Г. Н. [и др.]. Аллелотоксичность почв и разработка сорбционно-стимулирующего препарата для ускорения начальной стадии развития растений из семян яровой пшеницы // Почвоведение. 2020. № 9. С. 1121–1131.
84. Федулов Ю. П. [и др.]. Рост и развитие растений. Учебное пособие предназначено для подготовки бакалавров агрономических специальностей / Ю. П. Федулов, В. В. Котляров, К. А. Доценко, А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов, [и др.], под ред. С. П. Доценко, Краснодар: КубГАУ, 2013. 85 с.

85. Федулов Ю. П., Подушин Ю. В. Фотосинтез и дыхание растений. Учебное пособие / Ю. П. Федулов, Ю. В. Подушин, под ред. Т. Н. Дорошенко, М. А. Скаженник, Краснодар: КубГАУ, 2019. 101 с.
86. Храмченкова О. М. Сущность дыхания и пути дыхательного обмена / О. М. Храмченкова, под ред. А. Е. Падутов, М. Я. Острикова, Чернигов: Десна Полиграф, 2016. 42 с.
87. Храмченкова О. М. Физиология растений. развитие растений / О. М. Храмченкова, под ред. Н. Г. Галиновский, Н. И. Тимохина, Чернигов: Десна Полиграф, 2016. 32 с.
88. Широков А. И., Крюков Л. А. Основы биотехнологии растений. Электронное учебно-методическое пособие / А. И. Широков, Л. А. Крюков, Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 49 с.
89. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике / Шмидт В.М., Ленинград: Изд-во Ленингр., 1984. 288 с.
90. Ali A. S., Elozeiri A. A. Metabolic Processes During Seed Germination // *Advances in Seed Biology*. 2017.
91. Baibakova E. v. [и др.]. Modern Fungicides: Mechanisms of Action, Fungal Resistance and Phytotoxic Effects // *Annual Research & Review in Biology*. 2019. № 3 (32). С. 1–16.
92. Balba H. Review of strobilurin fungicide chemicals // *Journal of Environmental Science and Health, Part B*. 2007. № 4 (42). С. 441–451.
93. Barr C. M., Neiman M., Taylor D. R. Inheritance and recombination of mitochondrial genomes in plants, fungi and animals // *New Phytologist*. 2005. № 1 (168). С. 39–50.
94. Baybakova E. V. [и др.]. The efficiency of cyproconazole and fludioxonil for plant protection against the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea* // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. № 7 (315). С. 1–4.
95. Baybakova E. V. [и др.]. The effect of combinations of cyproconazole and fludioxonil on infestation of wheat and barley grains // *E3S Web of Conferences*. 2020. (161). С. 1–4.
96. Baybakova E. V. [и др.]. Influence of fungicides on toxigenic properties of phytopathogenic fungi // *BIO Web of Conferences*. 2020. (23). С. 1–6.
97. Baybakova E. V., Nefedieva E. E., Suska-Malawska M. The influence of cyproconazole, fludioxonil and preparations on their basis on the growth of wheat and barley, and grains contamination with fungal diseases // *Conference: The All-Russian Scientific Conference with International Participation and Schools of Young Scientists “Mechanisms of resistance of plants and microorganisms to unfavorable environmental.”* 2018. С. 102–105.
98. Changjun Chen, Jianxin Wang, Qingquan Luo S. Y. andMingguo Z. Characterization and fitness of carbendazim-resistant strains of *Fusarium graminearum* (wheat scab) // *Pest Management Science*. 2007. № 12 (63). С. 1201–1207.
99. Cools H. J., Hawkins N. J., Fraaije B. A. Constraints on the evolution of azole resistance in plant pathogenic fungi // *Plant Pathology*. 2013. (62). С. 36–42.
100. Deising H. B., Reimann S., Pascholati S. F. Mechanisms and significance of fungicide resistance // *Brazilian Journal of Microbiology*. 2008. № 2 (39). С. 286–295.
101. Dias M. C. Phytotoxicity: An Overview of the Physiological Responses of Plants Exposed to Fungicides // *Journal of Botany*. 2012. (2012). С. 1–4.
102. European Food Safety Authority Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance azoxystrobin // *European Food Safety Authority (EFSA)*. 2010. № 4 (8). С. 1542.
103. Gullino M. L., Albajes R., Nicot P. Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops / M. L. Gullino, R. Albajes, P. Nicot, под ред. M. L. Gullino, R. Albajes, P. Nicot, 2-е изд., Springer International Publishing, 2020. 691 с.
104. Hasan M. A. [и др.]. Evaluation of the physiological quality of wheat seed as influenced by high parent plant growth temperature // *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 2013. № 1 (16). С. 69–74.
105. Hunsche M. [и др.]. Mancozeb wash-off from apple seedlings by simulated rainfall as affected by drying time of fungicide deposit and rain characteristics // *Crop Protection*. 2007. № 5 (26). С. 768–774.

106. Indian Council Of Agricultural Research Handbook of agriculture / Indian Council Of Agricultural Research, 6-е изд., New Delhi: Directorate of Information and Publications of Agriculture, Indian Council of Agricultural Research, 2011. 1617 с.
107. Jørgensen L. F. [и др.]. Leaching of azoxystrobin and its degradation product R234886 from Danish agricultural field sites // *Chemosphere*. 2012. № 5 (88). С. 554–562.
108. Kandel Y. R. [и др.]. Impact of fluopyram fungicide and preemergence herbicides on soybean injury, population, sudden death syndrome, and yield // *Crop Protection*. 2018. (106). С. 103–109.
109. Kaur S., Singh S. P., Kingra P. K. Detection and Management of Abiotic Stresses in Wheat Using Remote Sensing Techniques // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017. № 8 (6). С. 616–628.
110. Kilani J., Fillinger S. Phenylpyrroles: 30 Years, Two Molecules and (Nearly) No Resistance. // *Frontiers in microbiology*. 2016. (7). С. 2014.
111. Kramer W., Schirmer U. *Modern Crop Protection Compounds* / W. Kramer, U. Schirmer, Madison: WILEY-VCH, 2007. 409 с.
112. Lamberth C. *Morpholine Fungicides for the Treatment of Powdery Mildew* Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012. С. 119–127.
113. Lesemann S. S. [и др.]. Mitochondrial heteroplasmy for the cytochrome b gene Controls the level of strobilurin resistance in the apple powdery mildew fungus *Podosphaera leucotricha* (Ell. & Ev.) E.S. Salmon // *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2006. № 6 (113). С. 259–266.
114. Lew R. R. Turgor and net ion flux responses to activation of the osmotic MAP kinase cascade by fludioxonil in the filamentous fungus *Neurospora crassa* // *Fungal Genetics and Biology*. 2010. № 8 (47). С. 721–726.
115. Mastovska K. Azoxystrobin (a new evaluation) // *Pesticides Residues in Food* [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=232848> (дата обращения: 16.06.2020).
116. Mueller D. S. Fungicides: Terminology // *Integrated Crop Management*. 2006. С. 120–123.
117. Pablo C. García, Rosa M. Rivero, Juan M. Ruiz L. R. The Role of Fungicides in the Physiology of Higher Plants: Implications for Defense Responses // *The Botanical Review*. 2003. (69(2)). С. 162–172.
118. Pantazopoulou A., Diallinas G. Fungal nucleobase transporters // *FEMS Microbiology Reviews*. 2007. № 6 (31). С. 657–675.
119. Paranjape K. [и др.]. *The Pesticide Encyclopedia* / K. Paranjape, V. Gowariker, V. N. Krishnamurthy, S. Gowariker, под ред. K. Paranjape, UK ed. edi-е изд., London: CABI, 2014. 726 с.
120. Petit A.-N., Fontaine F., Clement, Christophe; Vaillant-Gaveau N. Photosynthesis Limitations of Grapevine after Treatment with the Fungicide Fludioxonil // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. (56). С. 6761–6767.
121. Roberts J. R., Reigart J. R. *Recognition and Management of Pesticide Poisonings: Sixth Edition: 2013* / J. R. Roberts, J. R. Reigart, 6-е изд., Washington: Environmental Protection Agency (EPA), 2013. 272 с.
122. Rohr J. R. [и др.]. A pesticide paradox: fungicides indirectly increase fungal infections // *Ecological Applications*. 2017. № 8 (27). С. 2290–2302.
123. Saladin Gaëlle, Magné Christian C. C., Clément C. Effects of fludioxonil and pyrimethanil, two fungicides used against *Botrytis cinerea*, on carbohydrate physiology in *Vitis vinifera* L // *Pest Management Science*. 2003. № 10 (59). С. 1083–1092.
124. Shewry P. R. Wheat // *Journal of Experimental Botany*. 2009. № 6 (60). С. 1537–1553.
125. Tom Allen Not Everything is as it Seems: Fungicide Phytotoxicity and Plant Diseases | Mississippi Crop Situation // Mississippi Crop Situation [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mississippi-crops.com/2013/08/09/not-everything-is-as-it-seems-fungicide-phytotoxicity-and-plant-diseases/> (дата обращения: 09.01.2018).
126. Untiedt R., Blanke M. M. Effects of fungicide and insecticide mixtures on apple tree canopy photosynthesis, dark respiration and carbon economy // *Crop Protection*. 2004. № 10 (23). С. 1001–1006.
127. Weichao R. [и др.]. Molecular and Biochemical Characterization of Laboratory and Field Mutants of *Botrytis cinerea* Resistant to Fludioxonil // *Plant Disease*. 2016. № 7 (100). С. 1414–1423.



128. Wilkinson L., Friendly M. The History of the Cluster Heat Map // History Corner . 2009. № 2 (63). С. 179–184.
129. Xia X. J. [и др.]. Pesticides-induced depression of photosynthesis was alleviated by 24-epibrassinolide pretreatment in *Cucumis sativus* L // Pesticide Biochemistry and Physiology. 2006. № 1 (86). С. 42–48.
130. Xianming C., Zhensheng K. Stripe Rust / С. Xianming, К. Zhensheng, под ред. С. Xianming, К. Zhensheng, 1-е изд., Springer Netherlands, 2017. 719 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

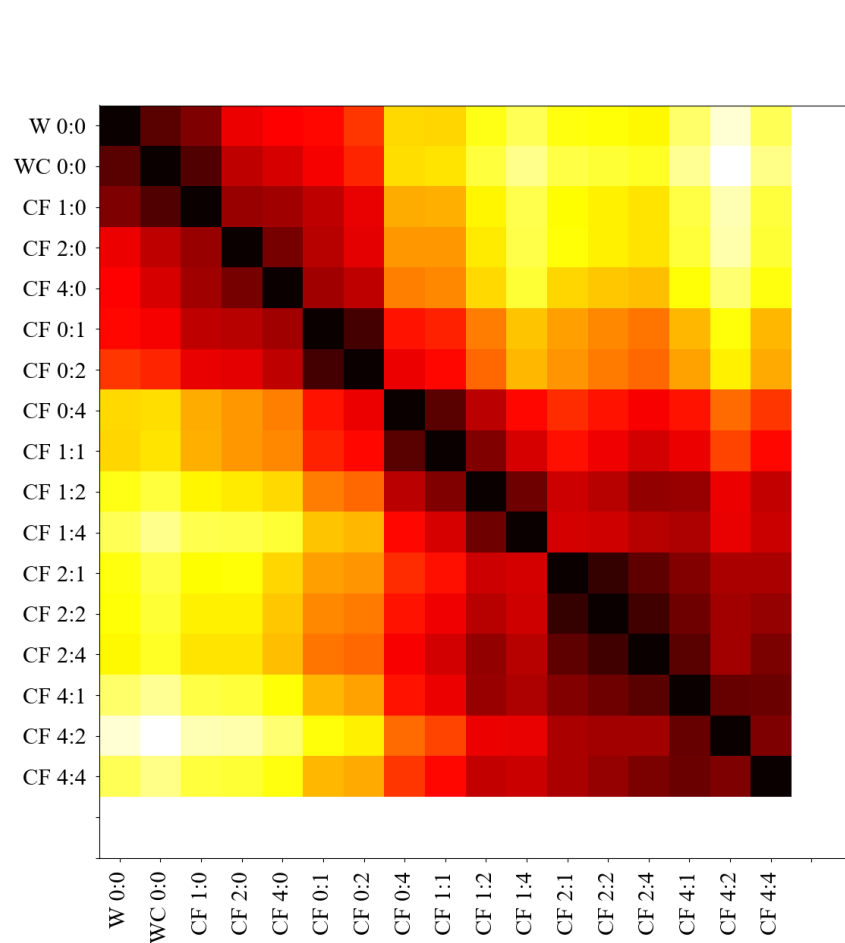


Рисунок П1.1 – Тепловая карта на основании результатов исследований ципроконазола и флудиоксонила на пшенице, где W 0:0 – контроль на зерновках пшеницы с дистиллированной водой, WC 0:0 – контроль на зерновках пшеницы с циклогексаном, CF – ципроконазол и флудиоксонил, соответственно [8]

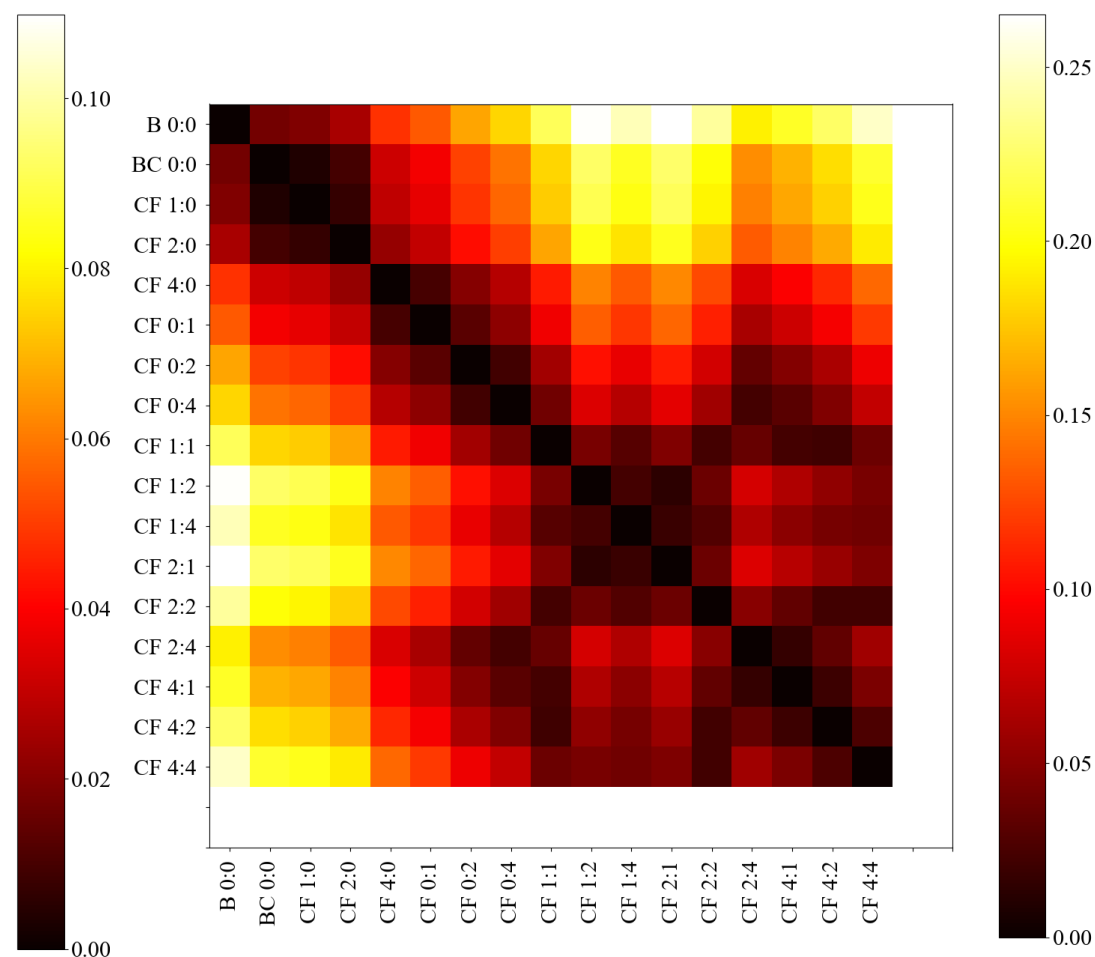


Рисунок П1.2 – Тепловая карта на основании результатов исследований ципроконазола и флудиоксонила на ячмене, где B 0:0 – контроль на зерновках ячменя с дистиллированной водой, BC 0:0 – контроль на зерновках ячменя с циклогексаном, CF – ципроконазол и флудиоксонил, соответственно

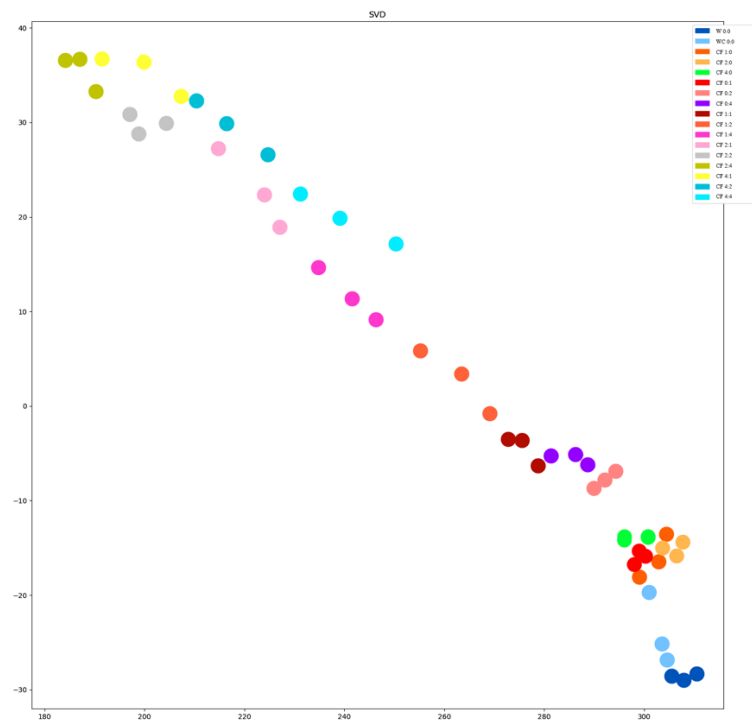


Рисунок П1.3 – Сингулярное разложение (SVD) на основании результатов исследований ципроконазола и флудиоксонила на пшенице

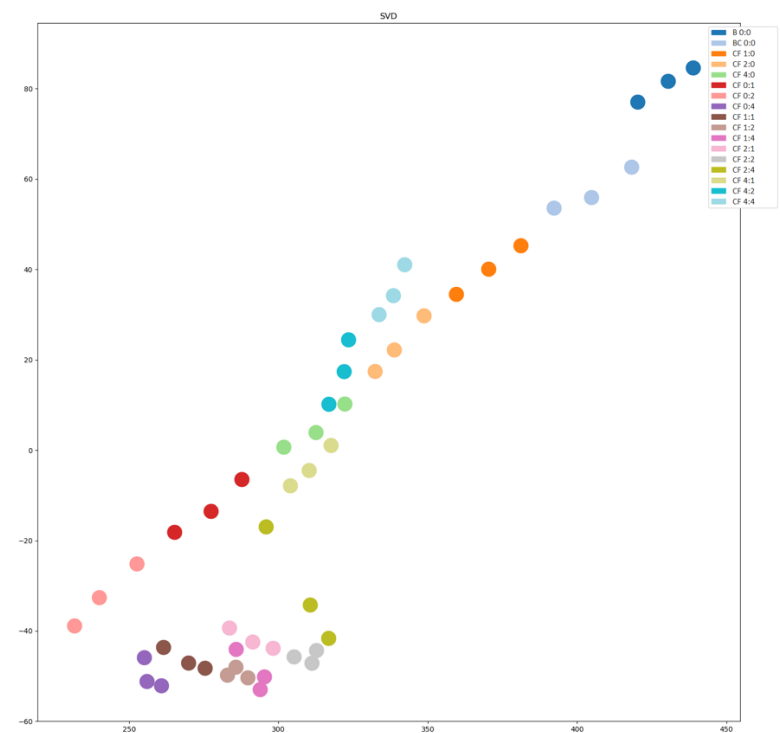


Рисунок П1.4 – Сингулярное разложение (SVD) на основании результатов исследований ципроконазола и флудиоксонила на ячмене

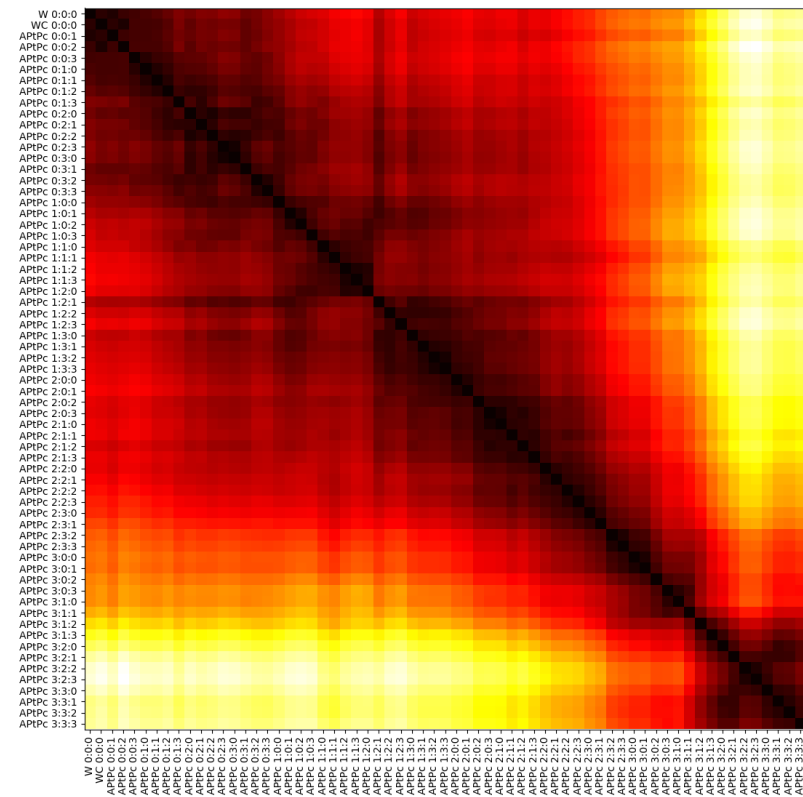


Рисунок П1.5 – Тепловая карта на основании результатов исследований азоксистробина, протиоконазола, прохлораза на пшенице, где W 0:0 – контроль на зерновках пшеницы с дистиллированной водой, WC 0:0 – контроль на зерновках пшеницы с циклогексаномом, APtPc – азоксистробин, протиоконазол, прохлораз, соответственно

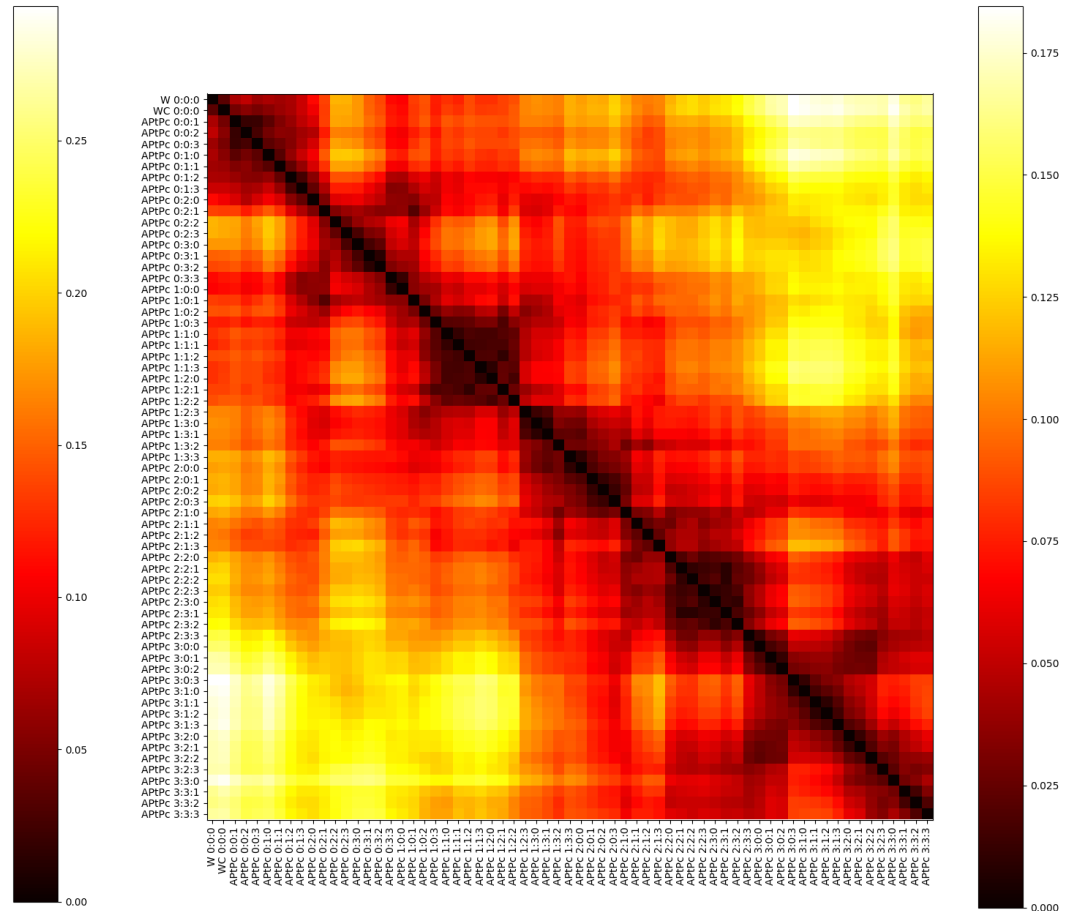


Рисунок П1.6 – Тепловая карта на основании результатов исследований азоксистробина, протиоконазола, прохлораза на ячмене, где W 0:0 – контроль на зерновках ячменя с дистиллированной водой, WC 0:0 – контроль на зерновках ячменя с циклогексаномом, APtPc – азоксистробин, протиоконазол, прохлораз, соответственно



Исх. №374/10 от «10» сентября 2020 г.

Заинтересованным лицам

«Агро Эксперт Групп» входит в тройку крупнейших предприятий среди отечественных производителей химических средств защиты растений. Компания имеет собственную мощную, современную производственную базу. Завод «Волга Индастри» расположен в городе Волгоград. Суммарная мощность предприятия – до 50 тыс. тонн продукции в год. Ассортимент продукции постоянно расширяется и на сегодняшний день насчитывает более 80 продуктов из всех групп пестицидов.

Совместно с ВолГТУ разработаны и выпускаются протравители, а также ряд фунгицидов и гербицидов.

Маркетинговый потенциал реализации научного, научно-технического, инновационного проекта, направленного на социально-экономическое развитие Волгоградской области, обеспечит:

- увеличение конкурентоспособности компании за счет выпуска продукции с новыми свойствами (экологическая безопасность, эффективность, физиологичность);

- экономическую и социальную конъюнктуру продукта на рынке. Снижение себестоимости продукта будет связано с минимальным эффективным содержанием д.в. Социальная конъюнктура продукта будет связана с современными течениями в обществе и на рынке: экологизацией, наукоемкостью, конкурентоспособностью с лучшими зарубежными образцами;

- организацию стратегического планирования. Научные результаты проекта позволят внести дополнения в план разработки новых протравителей производителем с учетом их эффективности и спектра действия.

Научные результаты позволят нашей компании улучшить и укрепить свои позиции, а также выпускать протравители, не уступающие по свойствам или превосходящие зарубежные аналоги. Такая деятельность будет решать проблему импортозамещения.

Результаты исследований создадут основу для разработки эффективной рекламы продукции. Фотографии результатов опытов, публикации в ведущих изданиях создадут положительный имидж компании.

Директор по НТР



О.О.Агапова

ООО «Агро Эксперт Групп» |  
107023, г. Москва | ул. Б. Семеновская, д. 40, стр. 13, эт. 08, пом. 811 |  
т. 8 495 781 31 31 | ф. 8 495 781 79 79 | info@agroex.ru  
ИНН 7708204519 | КПП 771901001 | ОГРН 1027708006996





Дата: 12.01.2022

№ 72

ООО «Волга Индастри» является производственной площадкой ООО «Агро Эксперт Групп», которое входит в тройку крупнейших предприятий среди отечественных производителей химических средств защиты растений. Завод «Волга Индастри» расположен в городе Волгоград. Это передовое специализированное производство в России, которое занимается выпуском всех известных препаративных форм пестицидов. Проектная мощность производства составляет до 50 000 тонн продукции ежегодно. Компания имеет собственную мощную, современную производственную базу. Ассортимент продукции постоянно расширяется и на сегодняшний день насчитывает более 80 продуктов из всех групп пестицидов.

Совместно с ВолгГТУ разработаны и выпускаются протравители для семян, а также ряд фунгицидов и гербицидов. На научной основе разработаны предложения по оптимизации доз действующих веществ фунгицидов в протравителях. Оптимизирован состав протравителей Кинг Комби, Квартет, Нагайна, Протект Форте. Основные исследования направлены на снижение фитотоксичности при одновременном увеличении биологической эффективности протравителей. Уменьшение доз действующих веществ фунгицидов обеспечит снижение пестицидной нагрузки на агроценоз, а также приведет к уменьшению себестоимости препарата и увеличению экономического эффекта, связанного с увеличением урожая зерновых. Результаты прикладных научных исследований сотрудников ВолгГТУ актуальны и постоянно находят применение в деятельности предприятия.

Маркетинговый потенциал реализации научного, научно-технического, инновационного проекта, направленного на социально-экономическое развитие Волгоградской области, обеспечивает увеличение конкурентоспособности компании за счет выпуска продукции с новыми свойствами (экологическая безопасность, эффективность, физиологичность); экономическую и социальную конъюнктуру продукта на рынке. Социальная конъюнктура продукта будет связана с современными течениями в обществе и на рынке: экологизацией, наукоемкостью, конкурентоспособностью с лучшими зарубежными образцами. Научные результаты проекта позволят внести дополнения в план разработки новых протравителей производителем с учетом их эффективности и спектра действия.

Научные результаты позволят нашей компании улучшить и укрепить свои позиции, а также выпускать протравители, не уступающие по свойствам или превосходящие зарубежные аналоги. Такая деятельность будет решать проблему импортозамещения.

Результаты исследований создадут основу для разработки эффективной рекламы продукции. Фотографии результатов опытов, публикации в ведущих изданиях создадут положительный имидж компании.

Генеральный директор  
ООО "Волга Индастри"



А.М. Ярков

### Совершенное производство

ООО «Волга Индастри» | Ул. 40 лет ВЛКСМ, д. 57, корп. 11-4, Волгоград, 400097 |  
т. 8 8442 40 69 43 | ф. 8 8442 40 69 43 | info@vlg-industry.ru

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 672 493** (13) **C1**

(51) МПК  
*A01P 3/00* (2006.01)  
*A01N 37/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*C04B 2103/69* (2006.01); *A01N 37/00* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018105658, 14.02.2018  
 (24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 14.02.2018  
 Дата регистрации:  
 15.11.2018  
 Приоритет(ы):  
 (22) Дата подачи заявки: 14.02.2018  
 (45) Опубликовано: 15.11.2018 Бюл. № 32  
 Адрес для переписки:  
 400062, г. Волгоград, п/о 62, а/я 1201, Брунилина  
 Л.Л.

(72) Автор(ы):  
 Музылев Кирилл Никитич (RU),  
 Агапова Ольга Олеговна (RU),  
 Николаев Евгений Григорьевич (RU),  
 Прокшиц Олег Владимирович (RU),  
 Нефедьева Елена Эдуардовна (RU),  
 Байбакова Екатерина Владимировна (RU)  
 (73) Патентообладатель(и):  
 ООО "Агро Эксперт Групп" (RU)  
 (56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: WO 2009098210 A2, 13.08.2009. EA  
 26484 B1, 28.04.2017. US 2011082160 A1,  
 07.04.2011. RU 2282993 C2, 10.09.2006.

(54) Фунгицидная композиция (варианты)

(57) Реферат:  
 Группа изобретений относится к области фунгицидов, конкретно - к фунгицидным композициям против патогенных грибов, содержащим активные соединения из групп стробилуринов, диазолов и триазолов, которые применяются для увеличения урожайности растений. Фунгицидная композиция по первому варианту содержит следующие компоненты, г/л: азоксистробин 20-60, протиоконазол 20-60, прохлораз 80-140, ацетамиприд 130-190, блок-сополимер этиленоксида и пропиленоксида Tensiofix DB08 20-120 (диспергаторы), анионный сурфактант Tensiofix IW60 40-60, этоксилированный спирт Verol 266 20-60, аэросил R812 (реологическая добавка) 2-5, пигмент красный 5С (краситель) 50, растительное масло и/или метиловые эфиры жирных кислот до 1 л. Фунгицидная композиция по второму варианту содержит следующие компоненты, г/л:

азоксистробин 20-60, протиоконазол 20-60, прохлораз 80-140, ацетамиприд 130-190, триэталоминая соль тристирилфенилполигликолевого эфира фосфорной кислоты Soprophor FL 25-45 и сополимер этиленоксида с метилметакрилатом Atlox 4913 (диспергаторы) 3-10, неионогенный сурфактант Тензиофикс EW 70 55-82, пропиленгликоль 30, аэросил 200 (стабилизатор) 5, пента 465 (пенегаситель) 2, Rhodopol 23 (загуститель) 3, 1,2-бензотиазолин-3-он 2, поливиниловый спирт (10% водный раствор) 40, родамин Б (30% водный раствор красителя) 50, вода до 1 л. Обеспечивается расширение средств фунгицидного действия за счет предлагаемой эффективной композиции с пролонгированной фитопатогенной активностью, а также поддержание низкой резистентности штаммов патогенов. 2 н.п. ф-лы, 5 табл.

RU 2 672 493 C1

RU 2 672 493 C1