

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА
ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА»

На правах рукописи

Каррум Рита

**СОСУЩИЕ ВРЕДИТЕЛИ И ЗЛАКОВЫЕ МУХИ НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ
И МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ**

Специальность: 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин
растений

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор

Гриценко Вячеслав Владимирович

Москва – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1. Хозяйственное значение и агроэкологические особенности яровой мягкой пшеницы.	11
1.2. Вредители зерновых культур в условиях Центрального Нечерноземья Российской Федерации.	16
1.3 Современные методы защиты пшеницы от вредителей.	26
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47
2.1 Место работы и метеорологические условия периода работы.....	47
2.2 Характеристика селекционных коллекций	50
2.3 Методы учета видового состава энтомофауны и численности вредителей.....	59
2.4 Диагностика злаковых трипсов : морфологическая и молекулярно-генетическая идентификация.....	60
2.5 Методика проведения опытов с инсектицидами.....	62
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	65
3.1 Общий состав и динамика энтомофауны в селекционных коллекциях яровой пшеницы.....	65
3.2 Морфологическая и молекулярно-генетическая диагностика злаковых трипсов (Thysanoptera) на селекционных посевах яровой пшеницы	69
3.3 Анализ заселения вредителями селекционных коллекций яровой пшеницы	77
3.4 Возможности применения препаратов биогенного происхождения против сосущих вредителей яровой пшеницы.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	107
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	108
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	139
Приложение А.	139
Приложение Б.	140
Приложение В.....	141
Приложение Г.	142
Приложение Д.....	142

Приложение Е.....	144
Приложение Ж.....	145
Приложение И.	146
Приложение К.....	147

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L.) в настоящее время выращивается по всему миру. Она не только является важной сельскохозяйственной культурой сегодня, но и, вполне возможно, повлияла на ход человеческой истории. Пшеница сыграла ключевую роль в возникновении цивилизации, так как была одной из первых культур, которую можно было легко выращивать в больших масштабах, а также обладала дополнительным преимуществом — давала урожай, пригодный для длительного хранения.

Сегодня существуют различные способы использования пшеницы. Хотя в чаще её применяют в качестве основного продукта питания для производства муки, из которой делают дрожжевой, пресный и паровой хлеб, пшеницу также используют как корм для скота, для брожения при производстве пива и других алкогольных напитков, а в последнее время — и как источник биоэнергии (Mergoum et al., 2009). Россия входит в число ведущих мировых производителей пшеницы (Кузьминых, Долгушева, 2020). Потребность в пшенице увеличивается пропорционально росту населения планеты и, согласно прогнозам, к 2050 году составит 1 миллиард тонн (Hunter, 2017). Мировое производство пшеницы должно увеличиваться примерно на 2% в год, чтобы удовлетворить будущий спрос. Поскольку потенциал расширения пахотных земель ограничен, дальнейший рост производства пшеницы может быть достигнут только за счет повышения урожайности на уже используемых землях (Mergoum et al., 2009). Удовлетворение этого спроса становится все более сложной задачей на фоне усиления последствий изменения климата, деградации окружающей среды и ресурсов, сокращения поставок и роста стоимости ресурсов, а также появления новых агрессивных вредителей.

Современное сельское хозяйство сталкивается с серьезной проблемой потерь урожая, значительная часть которых (до 40%) обусловлена повреждением растений насекомыми-вредителями. Особую актуальность эта проблема приобретает в отношении пшеницы - одной из важнейших зерновых культур в мире. Глобальные оценки показывают, что потери урожая пшеницы из-за вредителей увеличились с

5,1% в период до начала зеленой революции до 9,3% после ее начала, что свидетельствует о возрастающем фитосанитарном риске в условиях интенсификации сельского хозяйства (Wuletaw et al., 2021).

Посевные площади яровой пшеницы в России в 2023 году, по данным Росстата, составляли 14 058,9 тыс. га, что на 9,9% (на 1 269,1 тыс. га) больше, чем в 2022 году. По расчетам АБ-Центр, за 5 лет площади выросли на 17,5% (на 2 091,3 тыс. га), за 10 лет - на 10,6% (на 1 343,8 тыс. га), и урожайность яровой пшеницы в России за 5 лет - на 27,3% (на 4,6 ц/га), за 10 лет - на 50,6% (на 7,2 ц/га) (Экспертно-аналитический центр агробизнеса, 2024). Защита посевов от вредных организмов приобретает особую экономическую и продовольственную значимость. При этом следует отметить, что в условиях глобального изменения климата наблюдается расширение ареалов многих вредителей и увеличение их вредоносности (Алехин, 2013).

Сосущие вредители зерновых культур – хлебные клопы, злаковые тли и трипсы, а также внутрискосовые вредители – злаковые мухи составляют большую часть вредителей в месте исследований – Нечерноземной зоне Центрального региона России (Россельхозцентр, 2025). Особую проблему представляет развитие резистентности у насекомых-вредителей к применяемым инсектицидам, что требует разработки альтернативных методов защиты растений. В этом контексте особое значение приобретают два взаимодополняющих направления: создание и внедрение устойчивых сортов, что позволяет снизить пестицидную нагрузку (Dhaliwal et al., 2010); разработка и применение биопестицидов как экологически безопасной альтернативы химическим средствам защиты (Deguine et al., 2021; Захаренко, 2015).

Несмотря на значительные успехи в селекции устойчивых сортов пшеницы, их потенциал в отношении к вредителям используется недостаточно полно (Разина и др., 2013). Биопестициды, включающие препараты на основе энтомопатогенных микроорганизмов, растительных экстрактов и других природных соединений, демонстрируют удовлетворительную эффективность при минимальном экологическом риске (Desneux et al., 2021; Долженко, 2021).

Таким образом, разработка комплексных систем защиты пшеницы от насекомых-вредителей на основе сочетания устойчивых сортов и биологических средств защиты представляет собой актуальное научное направление, имеющее важное значение для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства (Sharma et al., 2024). Особую значимость эти исследования приобретают в контексте необходимости снижения химической нагрузки на агроэкосистемы и минимизации негативного воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду (Khursheed, 2022; Захаренко, 2019; Долженко, 2025).

Степень разработанности темы. Комплекс вредителей зерновых культур содержит некоторые группы видов, сложные для традиционной диагностики, такие как злаковые трипсы. Уточнение их видового состава требует привлечения современных молекулярно-генетических методов (Uzun Yiğit, 2024; Ribeiro-Junior et al., 2024; Wang et al., 2018). Несмотря на значительные разработки по устойчивости зерновых культур к некоторым вредителям (Власова, Попова, 2024; Малокоштова, 2019; Маркин и др., 2023; Радченко, 2014, 2019; Sharma et al., 2024; Tan et al., 2017; Tang et al., 2018; Smith, Harris, 1989; Велибекова, 2017), конкретные оценки устойчивости к сосущим вредителям современных сортов и селекционных линий мягкой пшеницы сравнительно редки (Armstrong, McNew, 1976; Achhami et al., 2020; Cao et al., 2015; Singh et al., 2020; Алехин, 2013) и не включаются в их характеристики, в отличие от устойчивости к болезням. Среди средств защиты зерновых культур от вредителей преобладают химические инсектициды и мало используются более безопасные растительные препараты и биоинсектициды (Полонский, 2018; Уразбаев, 2017; Мухамадиев, 2025; Захаренко, 2015; Долженко 2021, 2025; Лаптиев, 2023; Borges et al., 2021; Abdollahdokht et al., 2022).

Целью исследований является совершенствование комплексной системы защиты яровой пшеницы от основных вредителей в условиях Московского региона.

Для достижения этой цели решали следующие задачи:

1. Уточнение видового состава основных вредителей на яровой пшенице.

2. Диагностика злаковых трипсов с использованием традиционных и молекулярных методов.

3. Оценка устойчивости сортов и линий яровой пшеницы к сосущим вредителям и злаковым мухам.

4. Испытание препаратов биогенного происхождения против сосущих вредителей яровой пшеницы.

Научная новизна. Впервые проведена оценка устойчивости генетической коллекции яровой пшеницы, включающей 16 отечественных, 7 иностранных сортов и 20 линий мексиканской коллекции CIMMYT, к основным вредителям: хлебному клопику (*Trigonotylus ruficornis*), злаковым тлям (*Sitobion avenae* и др), злаковым трипсам (*Haplothrips tritici* и др.) и шведским мухам (*Oscinella* spp.). Выделена группа сортов, устойчивых к указанным вредителям. Установлено, что: сорта Ирень, Злата, Мандарина и линия № 57 (Лисий Хвост) обладают устойчивостью к шведским мухам; сорта Обская 2, линии № 57, 23, 35 и 67 - к хлебному клопику; сорта Фаворит, Алтайская Жница, Гранова и линии № 65, 150 - к злаковым тлям; сорта Арабелла, Канюк, Гранова и линии №221, 70 - к злаковым трипсам.

Впервые изучена устойчивость разновидностей эндемичных видов пшеницы (*Triticum persicum* и *Triticum turanicum*) к вредителям. Установлено, что черноколосые формы пшеницы персидской (var. *fuliginosum*) грузинского и дагестанского происхождения демонстрируют устойчивость к сосущим вредителям, а все образцы пшеницы туранской устойчивы к шведским мухам. При проведении оценки устойчивости фиолетовозерных форм яровой мягкой пшеницы выделен сорт Памяти Коновалова, проявляющий устойчивость к злаковым тлям и трипсам.

Впервые проведена комплексная морфологическая и молекулярно-генетическая диагностика трипсов на посевах яровой пшеницы в Московском регионе. Выявлено 10 видов из 3 семейств и 2 подотрядов, включая 8 вредоносных и 2 хищных вида.

Впервые оценена эффективность биогенного происхождения (МатринБио, ВР, Табазол, П и Фитоверм, КЭ) для защиты пшеницы от вредителей в фазы налива-

созревания зерна. Показано, что данные препараты не оказывают негативного влияния на полезную энтомофауну, в отличие от неоникотиноидных инсектицидов. Выявлен эффект препаратов МатринБио, ВР и Фитоверм, КЭ, проявляющийся в снижении потерь продуктивности пшеницы от сосущих вредителей за счет антифидантного действия.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выявлены сорта яровой пшеницы, проявляющие устойчивость к основным вредителям: хлебному клопику, злаковым трипсам, злаковым тлям, шведским мухам. С использованием молекулярно-генетического анализа подтверждена и уточнена идентификация злаковых трипсов - сложно определяемой морфологически группы вредителей яровой пшеницы, что важно для совершенствования фитосанитарного мониторинга и разработки целенаправленных мер защиты. Показана перспективность применения биопрепаратов и средств растительного происхождения для защиты яровой пшеницы от сосущих вредителей.

Методология и методы исследований. Работа была выполнена с применением современного оборудования и с использованием общепринятых методик, разработанных ведущими учеными в этой области исследований, которые подробно изложены в главе «Материалы и методы исследований».

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Уточненный видовой состав основных вредителей на яровой пшенице в Московском регионе условиях Московского региона.
2. Методика, сочетающая морфологические и молекулярно-генетические методы для комплексной диагностики злаковых трипсов.
3. Сорта и линии яровой пшеницы, проявляющие устойчивость к основным сосущим вредителям.
4. Применение биопестицидов и средств растительного происхождения для эффективной защиты яровой пшеницы от сосущих вредителей.

Степень достоверности и апробация результатов. Исследования выполнены с использованием традиционных и современных методик и оборудования. Результаты всех экспериментов подвергнуты статистической

обработке методом дисперсионного анализа и t-критерия Стьюдента. Основные результаты исследования были апробированы на: Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А. Н. Костякова (Москва, 2022); Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения Миловича А. Я. (Москва, 2024); Международной научной практической конференции «Современные проблемы изучения вредных организмов с целью повышения урожайности культур, получения экологически безопасной продукции и подготовки специалистов по защите растений», посвящённая 110-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора Ю. А. Леонтьевой (Кинель, 2025); Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию Тимирязевской академии (Москва, 2025); XII международной научно-практической конференции «Защита растений от вредных организмов» (Краснодар, 2025).

По материалам диссертации опубликовано 8 работ, в том числе 3 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 – в издании, индексируемом в международной реферативной базе данных и системе цитирования Scopus, 2 – в прочих изданиях, 2 – свидетельства о регистрации государственных регистрации базе данных.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 148 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы (глава I), материалы и методы исследований (глава II), экспериментальной части (глава III), заключения, списка литературы и приложений. Диссертация иллюстрирована 23 таблицами и 17 рисунками. Библиографический список включает 254 литературных источников, в том числе 171 иностранных.

Личный вклад соискателя. Автор принимал непосредственное участие в планировании и проведении лабораторных и вегетационных экспериментов, обзоре литературных источников, подготовке и написании публикаций, анализе и обобщении полученных результатов исследований, представленных в диссертации. Отдельные этапы экспериментов выполнены совместно с соавторами

публикаций. Разработка программы исследований и выбор необходимых методов исследований выполнены под руководством научного руководителя.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю – д.б.н., профессору В.В. Гриценко за квалифицированное руководство, координацию исследований и методическую помощь при проведении экспериментов и подготовке диссертации. Автор благодарит ведущего научного сотрудника ГБС РАН, д.б.н. Рубец В.С. и и.о. заведующей кафедрой генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, д.с.-х.н., профессора Вертикову Е.А. и аспиранта кафедры Б.Б. Наджодова за предоставление возможностей работы и помощь в ней. Автор выражает признательность и благодарность заведующему кафедрой защиты растений Ф.С.-У. Джалилову за консультации и помощь в проведении исследовательской работы. Автор благодарит доцента кафедры защиты растений, к.б.н. Р.И. Тараканова за консультирование при проведении молекулярно-генетических исследований. Автор благодарит к.б.н. Е.С. Мазурина за содействие в идентификации трипсов.

Автор выражает благодарность и.о. директора института Агробιοтехнологии, д.с.-х.н. А.В. Шитиковой, коллективам кафедры и лаборатории защиты растений за помощь и всестороннее содействие в проведении исследований, а также, своей семье, родным и друзьям, оказавшим поддержку в период выполнения диссертационной работы.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Хозяйственное значение и агроэкологические особенности яровой мягкой пшеницы

Пшеница мягкая (*Triticum aestivum* L.) представляет собой важнейшую зерновую культуру. Значение пшеницы в сельскохозяйственном производстве обусловлена ее способностью расти в различных климатических зонах, высоким урожайным потенциалом, химическим составом зерна и технологическими свойствами, которые позволяют использовать ее в самых различных целях: для потребления человеком, в кормлении животных и в промышленности (Feledyn-Szewczyk, 2024; Grote et al., 2022). Пшеница составляет около 30 % мирового производства зерна. Ее выращивают во многих странах мира. Объем пшеницы на глобальном рынке превышает объем всех других злаков. В 2023 году мировой урожай пшеницы составил 0,8 миллиарда тонн (FAO, 2023). Около 95% пшеницы, произведенной в мире, составляет пшеница мягкая (НАПМИ, 2024).

Основными производителями пшеницы являются такие страны, как Россия, США, Канада, Франция, Китай и Индия (Кузьминых, Долгушева, 2020). Пшеница не имеет соперников по диапазону выращивания: она растет от 67°С на Скандинавии и России до 45°Ю в Аргентине, включая высокогорные регионы в тропиках и субтропиках. Так как, в России она занимает лидирующее место среди продовольственных зерновых. В последние годы сообщалось, что производство пшеницы в России составляет 60–70% по сравнению с другими зерновыми культурами (Zimnyakov et al., 2020, Astarkhanova et al., 2024) . В 2016 году производство пшеницы в России составило 73,3 млн тонн в год (третье место в мире), из которых 61% было произведено в европейской части России. (Pavlova et al., 2019). По периоду вегетации растений выделяют 2 основных культуры: озимая и яровая пшеница, по качеству и использованию зерна — различаются виды - твёрдая и мягкая пшеница (Ozturk et al., 2006).

По сравнению с яровой, озимая пшеница более урожайна, её выращивают в местах с мягким климатом и снежными зимами. Яровая, более засухоустойчива

и обладает лучшими хлебопекарными свойствами. Яровую пшеницу выращивают в районах с малоснежными зимами, где озимая пшеница не выдерживает сильных морозов, а летом испытывает недостаток влаги. Яровая пшеница широко используется как страховая культура для подсева и пересева озимой пшеницы в тех случаях, когда посевы озимой пшеницы значительно изреживаются в осенне-зимний период (Центр 71, 2017)

Яровая пшеница – это тетраплоидная твердая (*Triticum durum*) или гексаплоидная мягкая (*Triticum aestivum*) культура, которая выращивается по всему миру на общей площади примерно 80 млн га. (Le Gouis et al., 2011; Kamran, 2014). Производство пшеницы в России в 2025/26 маркетинговом году прогнозируется на уровне 83,0 млн метрических тонн, что на 2% больше, чем в прошлом году, но на 3% ниже среднего показателя за 5 лет. Прогноз предусматривает сбор 59,0 млн тонн озимой пшеницы и 24,0 млн тонн яровой пшеницы. По состоянию на 16 мая яровой пшеницей было засеяно 4,7 млн га по сравнению с 4,1 млн га в прошлом году за тот же период. В настоящее время общие условия влажности почвы благоприятны, и нет никаких погодных условий, которые могли бы негативно повлиять на текущую посевную кампанию или развитие сельскохозяйственных культур в районах выращивания яровой пшеницы (Foreign Agricultural Service, 2025).

В Канаде яровая пшеница составляет значительную часть общего объема производства пшеницы в стране. В 2022 году Канада произвела примерно 34,6 миллиона тонн пшеницы, при этом яровая пшеница была основным компонентом этого объема (Agriculture and Agri-Food Canada, 2024).

В США В 2023 году США произвели около 44,9 миллиона тонн пшеницы, при этом яровая пшеница составила значительную долю этого объема (Statista, 2025).

Китай является одним из крупнейших в мире производителей пшеницы, на его долю приходится 11% мировых площадей под пшеницей и 18% от общего объема мирового производства (Gong, 2025).

Министерство сельского хозяйства США оценивает производство пшеницы в Китае в 2025/26 маркетинговом году (МГ) в 140,0 млн метрических тонн, что на 2

млн тонн или 1 процент меньше, чем в прошлом месяце, почти не изменившись по сравнению с прошлым годом, но увеличившись на 2 процента по сравнению со средним показателем (Foreign Agricultural Service, 2025)

В Китае на яровую пшеницу приходится около 14% общей площади посевов пшеницы и 10% от общего урожая сельскохозяйственных культур, в основном в северо-западном и северо-восточном регионах Китая (Zhang et al., 2024).

До начала конфликта в 2011 году Сирия была в значительной степени самодостаточной в производстве пшеницы, ежегодно производя около 4 миллионов тонн, что позволяло не только удовлетворять внутренние потребности, но и экспортировать излишки, включая мягкую яровую пшеницу, в соседние страны (FAO, 2018).

Сирия экспортировала большую часть своей пшеницы в Алжир и Тунис для производства манной крупы (50% сирийского экспорта твердых сортов пшеницы), также в Италию для производства макаронных изделий (около 30% экспорта твердых сортов пшеницы). Оставшаяся часть экспорта (менее 20%) направлялась в соседние и другие страны (Lançon, 2018).

Затяжная гражданская война в Сирии привела к значительным разрушениям сельскохозяйственной инфраструктуры, перемещению фермеров и утрате доступа к необходимым ресурсам, таким как семена и удобрения. В результате к 2022 году производство пшеницы сократилось примерно на 75% по сравнению с довоенными уровнями, составив около 1 миллиона тонн (Robson, 2022).

Пищевая ценность пшеницы настолько высока, что по оценкам, примерно 35% населения мира зависит от пшеницы как от основного сельскохозяйственного продукта. Более двух третей мирового урожая пшеницы потребляется для человеческого питания, тогда как лишь одна пятая используется в качестве корма для животных (Grote et al., 2021). Зерно пшеница содержит (в сухом веществе) 75–80% углеводов, 9–18% белка, клетчатки, нескольких витаминов (особенно витаминов группы В), кальция, железа и разнообразных макро- и микроэлементов (Hussain, Qamar, 2007). Также зародышевая часть содержит почти 50 г/100 г сухого вещества, состоящего из общих углеводов и различных микроэлементов, таких как

фосфор, магний, цинк, железо, марганец, тиамин (B1), рибофлавин (B2) и пиридоксин (B6) (Bálint et al., 2014; Mahmoud et al., 2015). Кроме того, внешняя оболочка семени (отруби) содержит 67,5 г/100 г сухого вещества углеводов и 48,2 г/100 г сухого вещества клетчатки (Onipe et al., 2015). Пшеница превышает количество всех других зерновых культур (включая рис, кукурузу и др.).

Яровая пшеница проходит через несколько критических периодов роста в своем вегетационном цикле. Первый критический период происходит в фазе посева – всходов, когда прорастание семян может быть недостаточным, если в почве не хватает влаги. Второй «критический» период связан с увеличением вегетативного роста в фазе кущения – удлинения стебля. Третий «критический» период совпадает с важными этапами роста и развития, такими как «удлинение стебля – колошение» и «цветение – молочная спелость». Условия окружающей среды в эти критические фазы роста и развития растений значительно влияют на продуктивные характеристики, которые, в свою очередь, отражаются на адаптивных свойствах конкретного сорта (Shestakova et al., 2024).

Жизненный цикл яровой пшеницы подразделяют на 12 фенологических фаз развития (Терехов, 2000). Скорость наступления каждой из последующих фенологических фаз зависит от темпов роста и развития растений. У растений яровой пшеницы существенное влияние на них оказывают сортовые особенности пшеницы, а также сложившиеся во время вегетации растений в данном регионе климатические и метеорологические условия, в которых произрастает сорт. Вегетационный период яровой пшеницы до фазы начала выхода в трубку более короткий, в среднем на 3-4 дня, чем последующие стадии развития. Кроме того, первая половина вегетации яровой пшеницы характеризуется более быстрым прохождением фенологических фаз – в среднем этот срок сокращается на 1-2 дня. У яровой пшеницы температура прорастания семян колеблется в пределах 1-2° С, однако быстрее более жизнеспособные всходы появляются при повышении температуры до 4-5° С. Семя пшеницы начинает прорастать в момент, когда содержание воды в нём увеличивается до 45-50 %. Если влажность почвы оптимальна 70-75 %, то скорость прорастания семян пшеницы прямо

пропорциональна температуре почвы. При этом семена пшеницы способны набухать при нулевой температуре почвы, однако оптимальной для набухания считается температура 24–26° С. В условиях достаточного увлажнения пахотного горизонта почвы повышение температуры воздуха до 20 – 25 °С способствует появлению всходов пшеницы на 4 – 5 сутки. Рост у данной культуры замедляется при повышении температуры свыше 25 °С. Кроме наличия почвенной влаги и оптимальной температуры воздуха существенное влияние на прорастание семян пшеницы оказывает избыточное увлажнение почвы, недостаток аэрации и переуплотнение пахотного слоя, а также наличие почвенной корки, снижающей поступление кислорода (Гридасов, 1997).

Всходы переносят непродолжительные заморозки до -4-(-6) °С. В фазу кущения пшеница требует невысоких температур и лучше всего кустится при температуре не выше 10-13 °С. Оптимальная температура при колошении, наливе и созревании 20-25 °С. Продолжительность периода от всходов до кущения зависит от температурных условий. Повышенная температура ускоряет развитие растений пшеницы в указанный период, в результате чего выход в трубку и формирование стебля начинаются раньше. В период колошения, цветения и молочной спелости яровой пшеницы не выносит пониженных температур, и в эти фазы она наименее холодостойка. В фазе восковой спелости устойчивость яровой пшеницы к низким температурам возрастает, и она может не переносить даже небольшие заморозки. Высокие температуры, не соответствуют требованиям яровой пшеницы, укорачивая длину фаз, тем самым уменьшают величину колоса и его продуктивность. В этом заключается одна из главных причин неблагоприятного влияния поздних сроков сева. Яровая пшеница в зависимости от сорта и условий среды за вегетационный период требует температуры 14⁰С -21⁰С. В первые фазы необходимы пониженные температуры 12-15⁰С, во вторую половину вегетации- 15-25⁰С. На этом и основан прием яровизации, который заключается в воздействии на растение яровой пшеницы в самый начальный период её развития- до всходов пониженной температуры при определенной влажности. По фазам развития потребления воды распределяется примерно следующим образом: в период всходов

5-7%, в период кущения 15-20%, в период выхода растений в трубку и колошения 50-60%, в период молочной спелости 20-30%, и в период восковой спелости 3-5% общего потребления воды за вегетационный период. Транспирационный коэффициент у пшеницы равен примерно 400-500, но он не всегда является показателем засухоустойчивости растений, не полностью отражает и потребность их в воде. Транспирационный коэффициент может значительно колебаться в зависимости от условий роста. Чрезмерное количество осадков в первый или во второй период вегетации яровой пшеницы или неправильное распределение их в эти периоды является неблагоприятным (Гридасов, 1997).

1.2. Вредители зерновых культур в условиях Центрального Нечерноземья Российской Федерации

Насекомые являются самой большой и разнообразной группой животных на Земле и играют существенную роль в функционировании экосистем и мировой экономике (Yi et al., 2011; Akunne et al., 2013). Они обладают высокой способностью к адаптации и могут успешно существовать в различных средах обитания (Dhaliwal et al., 2015; Gavina et al., 2018). В то же время насекомые-вредители наносят ущерб сельскохозяйственным культурам, природным местообитаниям и экосистемам (Chattopadhyay et al., 2017). Они повреждают растения, высасывая соки или поедая различные части растений, что негативно отражается на урожае и хранимых продуктах и является одним из основных биотических ограничений производства сельскохозяйственных культур (Singh, Kaur, 2018; Bhat, Ahangar, 2018). В среднем это приводит к потере 20–30% урожая, а в тяжелых случаях – к полной утрате продукции (Singh, Kaur, 2018), что представляет угрозу для глобальной продовольственной безопасности (Pélissié et al., 2018; Kinley et al., 2021). Качество и количество урожая снижается в результате деятельности различных насекомых-вредителей, включая грызущих и сосущих насекомых (Murtaza et al., 2019). Ежегодно по всему миру тратятся миллиарды долларов на контроль этих вредителей в сельском хозяйстве (Khan et al., 2015).

Сосущие вредители зерновых культур (насекомые с колюще-сосущим ротовым аппаратом) – хлебные клопы, цикадки, злаковые тли и трипсы, а также внутрисклеблевые вредители – злаковые мухи составляют большую часть вредителей в месте проведения исследований – Нечерноземной зоне Центрального региона России (Россельхозцентр, 2025). Другую достаточно распространенную группу представляют хлебные блошки, вредящие в начале вегетации. Основными почвообитающими вредителями семян и всходов являются проволочники.

Злаковые трипсы. Трипсы являются представителями отряда Thysanoptera, который представлен однородной группой насекомых с телом очень мелких размеров (0,5 - 5 мм), прозрачными суженными крыльями, с бахромой по краям и редуцированным жилкованием. На сегодняшний день описано в общей сложности 5 000 видов, относящихся к двум подотрядам: Terebrantia (яйцекладные) и Tubulifera (трубкохвостые) (Mound, 1997).

В условиях Российской Федерации злаковые трипсы – массовые, повсеместно распространенные вредители зерновых культур. В 2022-23 гг., по данным Россельхозцентра, заселение посевов яровой пшеницы злаковыми трипсами зарегистрировано на общей площади 2,2-2,4 тысяч гектаров из которых на 80-90% площадей проведены химические обработки (Россельхозцентр, 2024).

Пшеничный трипс – *Haplothrips tritici* (Kurdjumov, 1912) - который серьезно повреждает зерновые культуры озимой и яровой пшеницы.

Тело удлинненное, тонкое, от черно-коричневого до черного цвета. 2-й сегмент усиков в апикальной части желтовато-коричневый; 3-й - желтый, почерневший на вершине; 4-й - желтоватый у основания и с каждой стороны; 5-й сегмент желтовато-коричневый только у крайнего основания. Голова длиннее, чем в ширину. Усики 8-члениковые, 4-й членик усика с 4 сенсиллами, 3-й членик усика с 2 сенсиллами. Вершина 2-й членика усика. отчетливо светлее чем его остальная часть. 3-й членик усика более или менее симметричный. Постокулярные щетинки и переднеспинки щетки тупые. Переднее крыло с 4-6 (бывает чаще 7) дополнительными ресничками, волоски бахромы переднего крыла ровные, гладкие. Трубка длиннее своей ширины её основания в 2.3 раза и более раз (Mound, 1976; Мещеряков, 1986).

Яйцо округло-продолговатое, жёлто-оранжевое, длиной до 0,5–0,6 мм. Личинка первого возраста зеленовато-жёлтая, вскоре становится бледно-красной; личинка второго возраста – киноварно-красная, на последнем сегменте брюшка несёт две короткие щетинки.

Развивается одно поколение в год. Зимуют личинки старшего возраста в стерне и верхнем слое почвы (Великань и др., 1980; Танский, 2006).

Вредитель появляется в период кущения пшеницы, а максимальная численность достигается в фазе цветения. Отродившиеся личинки активно повреждают обёртку колоса и чашечку; с утолщением тканей они начинают высасывать сок из зерна (Kamenchenko, 2012). На втором этапе личинки скапливаются в бороздках зерна, вызывая его деформацию и потерю массы (Zhichkina, 2007).

Перезимовавшие личинки выходят раньше колошения и превращаются в имаго. Взрослые особи питаются преимущественно на вегетативных органах — центральных листьях в фазы кущения, трубкования и колошения (Shurovenkov, 2012).

Пшеничный трипс серьёзно повреждает озимую и яровую пшеницу. Личинки наносят больший вред, чем взрослые особи: они изменяют форму и структуру зерна, вызывают «перезревание» (аномальное развитие)- зерно деформируется или растёт ненормально, часто с изменением его формы и структуры в колосах пшеницы (Zhichkina, 2007; Kamenchenko, 2012).

При численности 40–50 особей в колосе урожайность снижается на 0,18–0,25 т/га (Jumaev, Rustamov, 2022; Zhichkina et al., 2023). В среднем вредитель снижает урожайность на 2,2 % (Shurovenkov, 2012; Abdillayev, Bababekov, 2023). Повреждения приводят к бесплодию цветков, деформации зерна и колосков, снижению содержания крахмала и сахаров, уменьшению числа белковых аминокислот и увеличению свободных аминокислот (Tansky, 2010).

Хлебопекарные качества зерна резко ухудшаются при питании трипсов в фазу восковой и полной спелости. По данным Bakaeva et al. (2018), личинки обладают внекишечным пищеварением с помощью амилалитических и протеолитических

ферментов, что усиливает разрушение тканей зерна в фазу молочно-восковой и в начале восковой спелости (Вихрова, 2024).

Пустоцветный трипс – *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803) – Тело удлиненное, тело и ноги от коричневого до темно-коричневого цвета, все лапки и передние берцовые кости желтовато-коричневые; усики коричневые, III сегмент желтый у основания; переднее крыло светлое с затемненным основанием; основные щетинки бледные. Голова длиннее, чем в ширину. Усики 8-члениковые, 4-й членик усика с 4 сенсиллами, 3-й членик усика с 1 сенсиллами, 3-й членик усика сильно асимметричный. Постокулярные щетинки и переднеспинки щетки острые. Переднее крыло с 5-10 (всего 6 -7) дополнительными ресничками, волоски бахромы переднего крыла острые. Трубка длиннее своей ширины в основании менее чем в 2.3 раза (Mound, 1976; Мещеряков, 1986).

В двух поколениях зимуют имаго в растительных остатках, весной при температуре воздуха 8–9° С они перелетают на озимые зерновые культуры. Самки откладывают яйца на колосковые чешуйки и на стержень колоса. От повреждения взрослыми трипсами и личинками первого возраста происходит отмирание отдельных колосков, получается череззерница, которая у разных сортов ржи достигает 5—17%. Личинки второго возраста повреждают наливающиеся зерна, в результате семенные качества ржи и пшеницы ухудшаются.

Второе поколение развивается на просе, кукурузе, сорго и злаковых травах, где и зимует в растительных остатках (Беляев, 1974).

Ржаной трипс – *Limothrips denticornis* (Haliday, 1836). Окраска тела черно-бурая, длина 1,5 мм; самцы без крыльев. Личинки бледно-желтые, предпоследний брюшной сегмент без шипов, усики 6-члениковые. Зимуют самки в стеблях злаков, растительных остатках. Весной откладывают яйца в ткань листовых влагалищ озимой ржи. Личинки первого и второго возрастов, прони́мфа и нимфа проходят развитие за влагалищем того листа, куда были отложены яйца. Там же происходит спаривание. Бескрылые самцы остаются, а самки перелетают на ячмень, яровую пшеницу, кукурузу, тимофеевку и другие злаки. В течение года развиваются два поколения.

Вредят взрослые и личинки. От повреждения взрослых трипсов белеют верхушки колосьев, часть колосков недоразвивается; от повреждения личинками отмирают верхние листья. Преждевременное отмирание верхних листьев приводит к снижению веса зерен на 15—24% (Беляев, 1974).

Злаковые тли. Среди различных сосущих вредителей тли являются наиболее вредоносными насекомыми для культур (Singh and Kaur, 2020).

В Российской Федерации в 2023 году на яровых зерновых колосовых культурах заселение тлей отмечалось на площади 1126,91 тыс. га (в 2022 г. – 1064,34 тыс. га). Обработки составили 867,93 тыс. га (в 2022 г. – 854,23 тыс. га) (Россельхозцентр, 2024).

Тли принадлежат к надсемейству Aphidoidea в отряде Hemiptera (Guerrieri and Digilio, 2008), ранее в отряде Homoptera (Равнокрылые). Они в основном встречаются в умеренных регионах, колонизируя около 25% существующих видов культурных, что вызывает серьезные проблемы для сельского хозяйства, несмотря на то, что они представляют собой небольшую группу насекомых (Dedryver et al., 2010). Их размер варьирует от 0,7 до 7,0 мм в длину, и они широко известны как растительные вши или «муравьиные коровы» (Singh et al., 2015; Simon and Pessoud, 2018). Тля демонстрирует уникальные характеристики, такие как полифагия, полиморфизм, облигатный партеногенез, живорождение, быстрое развитие, смена хозяев и короткое время генерации, что делает их серьезными вредителями в сельском хозяйстве (Singh, Singh, 2017). Партеногенез – половое размножение без оплодотворения размножения, при котором одна тля теоретически способна произвести 600 млрд потомков всего за один сезон (Bass, Nauen, 2023). У большинства видов тлей этот способ размножения чередуется с ежегодным циклом полового размножения (называемого голоциклией). Однако некоторые виды тлей размножаются непрерывно путем партеногенеза (называемого анологичией) или демонстрируют как голоциклические, так и анологичические жизненные циклы в зависимости от генотипа и окружающей среды (Bass, Nauen, 2023).

Большинство видов тли специализируются на одном или группе родственных видов растений-хозяев (Pessoud et al., 2010). Тли имеют сложные жизненные циклы

с изменениями способа размножения в зависимости от смены растений-хозяев (чередование хозяев или гетероция) (Hardy et al., 2015). Это включает первичного, обычно древесного хозяина, на котором происходят половое размножение и зимовка, и одного или нескольких вторичных хозяев для партеногенетического размножения. Пластичность жизненного цикла характерна для тли, и в пределах одного вида могут наблюдаться сложные модели полных и неполных жизненных циклов (Abbot et al., 2018).

Вредят как личинки, так и имаго. Наносят большой урон таким злаковым культурам, как пшеница, ячмень и рожь. Тли питаются сначала на озимых, а затем на яровых зерновых культурах. На посевы яровых зерновых тли как правило перелетают с посевов озимой пшеницы, озимой ржи, многолетних сорных растений. Существенное снижение урожая, вплоть до полной гибели растений, наблюдается в период выхода в трубку, когда колонии тлей полностью покрывают листья и начинают активно питаться их соком. Это приводит к обесцвечиванию тканей растения, кончики листьев желтеют или краснеют, иногда скручиваются. У зараженных растений увеличивается число пустых колосков в колосе, уменьшается вес соломы, иногда не происходит выколашивания, ухудшается общее качество зерна (щуплость у пшеницы, увеличение плёчатости у овса и ячменя). Вред увеличивается при тёплой и сухой погоде. Кроме непосредственного вреда тли переносят вирусные заболевания злаков (Россельхозцентр, 2024).

Перечислим наиболее распространенные виды.

Большая злаковая тля – *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) . Распространена по всей Европейской части России, на севере до Хибин. Ареал вредителя охватывает Закавказье, Среднюю Азию, Сибирь, Приморье. Встречается во всех странах мира. Вредит ржи, пшенице, ячменю, овсу. Тело длиной 2,5..3 мм, желтовато-зеленой или желтовато-бурой окраски; соковые трубочки в 1,5 раза длиннее хвостика. Подвижна и крупных колоний не образует (Верещагин, 2001).

Согласно исследованиям Voss et al., (1997), наибольшие потери урожая яровой пшеницы, вызванные большой злаковой тлей, наблюдаются на стадии выхода в трубку, снижая урожайность до 21% при плотности популяции 300 тле-

дней. Однако Kieckhefer и Kantack (1980) установили, что наиболее значительные потери урожая, вызванные этой тлей, происходят стадии всходов и после колошения. На стадии выхода в трубку урожайность также снижается, но это снижение меньше по сравнению с фазой всходов и после колошения, что, вероятно, объясняется способностью более взрослых растений компенсировать повреждения лучше, чем всходы, поскольку для тестирования обеих стадий растений применялась одинаковая плотность популяции и период заражения. Обычно популяции большой злаковой тли достигают наибольшей скорости размножения на стадии колошения (Watt, 1979). В обоих исследованиях (Kieckhefer, Kantack, 1980; Voss et al., 1997) сделан вывод, что ущерб, причиняемый большой злаковой тлей, менее значителен по сравнению с ущербом от обыкновенной злаковой тли и черемухово-злаковой тли при одинаковой плотности популяции.

Обыкновенная злаковая тля – *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852). Один из наиболее опасных вредителей зерновых культур на юге России (Радченко и др., 2014). Граница ареала простирается на север до Москвы, охватывает Закавказье, юг Сибири, Среднюю Азию, Южное Приморье (Blackman, Eastop, 2007). Вредит ячменю, овсу, пшенице, кукурузе, просу, рису (Верещагин, 2001).

Бескрылые особи имеют светло-зеленый цвет с темными кончиками сифункулов и обычно с зеленой продольной полосой на брюшке (Stoetzel, 1987). Этот вид способен переносить вирус желтой карликовости ячменя (BYDV), особенно штамм SGV (Gray, Gildow, 2003). Зимуют яйца на всходах озимых, сорных и дикорастущих злаках. На растениях образует крупные скопления- колонии (Верещагин, 2001).

Обыкновенная злаковая тля обладает ферментативной активностью, которая разрушает клеточные стенки и хлоропласты у восприимчивых растений (Kharrat et al., 2012).

Питание тлей сначала вызывает желтые или красные пятна на листьях. Продолжительное питание приводит к общему пожелтению и покраснению, отмиранию листьев и корней, а также может вызвать гибель растения. Размер

растения, урожайность и выживаемость значительно снижаются из-за питания зеленой тли на восприимчивых сортах мелкозерновых культур.

Обыкновенная тля переносят вирусы растений, включая желтую карликовость ячменя, мозаику сахарного тростника и мозаичную карликовость кукурузы (Kharrat et al., 2012).

Черемухово-злаковая тля – *Ropalosiphum padi* (Linnaeus, 1758). Является основным вредителем пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и может вызывать потери урожая до 30% (Singh et al., 2020). Распространена в европейской части России на север до Хибин, на Кавказе, в Казахстане, Сибири и на Дальнем Востоке. Наиболее вредит пшенице и кукурузе. Тли питаются флоэмой и выделяют медвяную росу на растение, на которой развивается черная сажистая плесень. Этот сапрофитный гриб снижает фотосинтетическую эффективность растений (Rabbinge et al., 1981). Помимо прямого ущерба и потери урожая, *R. padi* также может переносить вирусы растений через слюну (Rochow, Eastop, 1966).

Тело длиной до 2-2,5 мм серовато-зеленой окраски; соковые трубочки в 1,5-2 раза длиннее хвостика, слегка вздуты посередине. Мигрирующий вид. Зимуют яйца на коре побегов черемухи, первые поколения развиваются на ее листьях. Появляющиеся во 2-3-м поколениях крылатые самки-расселительницы перелетают на близлежащие посевы зерновых, где проходит основная часть годичного цикла этого вида. К осени крылатые самки-полоноски возвращаются на черемуху (Верещагин, 2001).

Хлебный клоп - *Trigonotylus ruficornis* (Geoffroy, 1785). Отряд Полужесткокрылые (Hetmiptera), семейство Слепняки (Miridae). Наиболее распространенный из клопов – вредителей зерновых культур в условиях Нечерноземья. Хлебный клоп поражает все злаковые зерновые и дикие растения.

Тело имаго продолговатой стройной формы, длиной 4,7-6,4 мм, от зеленого до желтовато-белого цвета. Голова заостренная, матовая, зеленовато-желтая, с небольшими буроватыми глазами; усики размещены перед глазами, длина их несколько меньше, чем длина тела. Они, а также голова, конечности иногда с

красноватым оттенком. Личинки зеленоватые, покрытые светлым пушком и отдельными темными волосками. Яйца бледно-зеленые, длиной около 1 мм.

Развитие продолжается в течение апреля, в конце месяца появляются взрослые насекомые. Они перелетают на зерновые, где развиваются и наносят ущерб второе и третье поколения.

В июне-июле эмбриональное развитие продолжается до 10 суток, питание личинок – 20-24 суток. В первой половине августа начинается перелет имаго третьего поколения преимущественно на орошаемые культуры, злаковые травы, падалицу хлебов, летние и осенние посевы злаковых трав. С конца мая и до конца октября все три поколения четко не разграничиваются и на растениях одновременно встречаются все стадии развития злакового клопика. В течение года развивается три поколения.

Зимуют яйца, отложенные самками осенью на озимых и злаковых сорняках, часто за ножнами листьев. В Причерноморье личинки первого поколения развиваются на озимых хлебах и различных злаковых сорняках: овсянице, житняке, пырее бескорневищном, райграсе, ежовнике, курином просе.

Взрослые клопы и личинки питаются соком листовой пластинки зерновых культур и злаковых кормовых трав; Иногда повреждают нежные стебли и колос. При повреждении появляются желто-бурые пятна, вершина листовой пластинки заворачивается. Зерно, пораженное в зародышевой части, теряет всхожесть, а в эндосперме — питательные качества. У муки из пораженного вредителем зерна ухудшаются хлебопекарные и пищевые качества (НПК Химия, 2025).

Злаковые мухи – опасные вредители зерновых культур. Злаковыми мухами в защите растений обычно называют обширную и разнообразную группу вредителей из отряда Двукрылые семейств Chloropidae, Agromyzidae, Anthomyiidae, и Cecidomyiidae. На зерновых культурах в основном вредят шведские мухи, гессенская муха (комарик), черная пшеничная муха, зеленоглазка, меромиза, опомиза, озимая муха (Россельхозцентр, 2024).

Наиболее распространенными и массовыми вредителями в группе являются шведские мухи, овсяная (*Oscinella frit*) и ячменная (*Oscinella pusilla*). Оба вида

вредят озимой и яровой пшенице. Они значительно преобладали в условиях исследований. В 2023 г. заселенная этими вредителями площадь составляла 842,11 тыс. га (в 2022 г. – 514,07 тыс. га). В Центральном федеральном округе в 2023 г. вредителем было заселено 73,25 тыс. га (в 2022 г. – 63,41 тыс. га) яровых зерновых культур (Россельхозцентр, 2024). 2 вида – овсяная (*Oscinella frit*) и ячменная (*O. pusilla*) шведские мухи.

В условиях Центрально Черноземной зоны, особенно в юго-восточных районах, на ячмене и пшенице яровой вредят, в основном, шведские мухи (Велибекова, 2017).

Шведские мухи являются доминирующими видами двукрылых насекомых-вредителей и наносят ощутимые потери урожая злаковым зерновым культурам, повреждая всходы растений и зерно культур. Личинка проникает в зону конуса нарастания, частично или полностью лизирует меристемные ткани, что приводит к гибели главного стебля или придаточных побегов (Семенова, 2014).

Вредящей стадией являются личинки шведских мух, которые проникают внутрь побега и питаются эмбриональным зачатком колоса, а также нижней частью центрального листа на самых ранних фазах развития растений. В результате повреждений отмечается усыхание главного или бокового побега и полная потеря их продуктивности (Нарчук, Тряпицын, 1981). По имеющимся в литературе данным на поздних сроках сева в зависимости от сорта и погодных условий может повреждаться от 9.4 до 42.7 % главных стеблей ярового ячменя, что значительно отражается на формировании будущего урожая (Анисимова и др., 2017). Опытным путем установлено, что при повреждении главного побега урожайность зерновых культур снижается на 30–35 %, а при повреждении одного из боковых – на 11–30 % (Илларионов и Алехин, 2013). Пороговые плотности составляют 30–50 особей/100 взмахов (взм.) сачком или 5–10 % поврежденных стеблей в начале массового лёта мух (Танский, 1988). Из литературы известно, что, начиная с 2000-х годов, шведские мухи во многом утратили свое экономическое значение, но в последнее десятилетие ситуация с ними снова обострилась (Шпанев, 2022)

Усиление вредоносности шведских мух может быть вызвано как глобальным изменением климата, так и значительными нарушениями агротехники и, в первую очередь, широким использованием поверхностных способов обработки почвы (Алехин, 2013).

1.3 Современные методы защиты пшеницы от вредителей

Актуальной проблемой обеспечения продовольственной безопасности страны является защита сельскохозяйственных культур от вредных организмов, негативное воздействие которых приводит к потере до 50% урожая. Фитосанитарная безопасность может быть достигнута разными методами, средствами и технологиями. Возделывание генетически защищённых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, а также использование биологического метода обеспечивают ресурсосбережение, получение экологически чистой продукции и снижение пестицидной нагрузки на агроценозы. Однако 98% применяемых в России средств защиты растений составляют химические пестициды, используемые на площади около 100 млн га. (Долженко, 2025).

Глобальное сельское хозяйство находится на важном этапе и в периоде значительных изменений, при этом интегрированная защита растений (IPM - Integrated Pest Management) признана будущей парадигмой защиты растений. Холистическая концепция интегрированной борьбы с вредителями подчеркивает системный подход, объединяющий превентивные и лечебные меры вмешательства, среди которых важную роль играет устойчивость растений-хозяев (HPR – Host Plant Resistance). До настоящего времени устойчивость растений-хозяев оставалась недостаточно используемым инструментом в борьбе с вредителями. Отбор по признакам урожайности, вкуса или внешнего вида значительно снизил фенотипическое и генетическое разнообразие культурных растений, что часто сопровождалось потерей устойчивости растений-хозяев (Mouden, Leiss, 2021).

Учитывая огромные масштабы площадей под зерновыми культурами, ведущую роль в их защите должны играть агротехнический и селекционный методы, как более экономичные и экологически безопасные. Химический метод

следует применять при насущной необходимости, на основе фитосанитарного мониторинга (Лаптиева, 2023).

Источники устойчивости пшеницы к членистоногим вредителям и их использование в селекционных программах.

Пайнтер (Painter, 1941) классифицировал устойчивость растений к насекомым на 4 категории: непридпочитаемость (Non-Preference), антибиоз (Antibiosis), толерантность (Tolerance) и псевдоустойчивость – «уход от вредителя». Однако спустя 37 лет после классификации Пайнтера, Коган и Ортман (Kogan, Ortman, 1978) предложили заменить термин "Непридпочитаемость", ориентированный на насекомых, на "Антиксеноз" (Antixenosis), чтобы все три термина отражали характеристики устойчивого растения, а не поведение вредителя.

1. **Толерантность** - способность растения сохранять урожайность и качество при повреждении вредителями (Onstad, Knolhoff, 2014). Многие авторы, в основном экологи, классифицируют толерантность как механизм, отличный от резистентности (Leimu, Koricheva, 2006; Stowe et al., 2000; Tiffin, 2000). Аргументация заключается в том, что толерантность не предполагает прямого взаимодействия «растение–насекомое», а эволюционные механизмы различаются: в случае резистентности насекомые испытывают селективное давление, тогда как при толерантности — нет (Stowe et al., 2000). В отличие от этой концепции толерантности, рассматриваемой с точки зрения насекомого, эволюция и генетика толерантности не исключают другие механизмы резистентности, поскольку, теоретически, естественный отбор может одновременно благоприятствовать антиксенозу, антибиозу и толерантности (Rosenthal, Kotanen, 1994). Хотя толерантность не создает давления отбора со стороны растений на насекомых, сами растения подвергаются отбору со стороны фитофагов, и те из них, которые выдерживают повреждения, успешно размножаются. Толерантность, безусловно, является сложным механизмом устойчивости растений. В общих чертах она определяется как способность растений переносить или восстанавливаться после повреждений насекомыми на уровне, сопоставимом с атакой на восприимчивый

генотип, и обусловлена генетическими особенностями, позволяющими растениям продолжать рост, регенерировать или формировать новые ткани во время и/или после повреждения. Толерантные растения, как правило, производят больше биомассы, чем восприимчивые, поэтому признаки, связанные с продуктивностью биомассы, играют ключевую роль в этом механизме устойчивости (Smith, 2005). Такие характеристики, как содержание хлорофилла, могут варьировать в зависимости от вида тли, поскольку тли способны изменять химический состав растения (как будет показано далее). Однако Rosenthal и Kotanen (1994) подчеркивают, что компенсация в виде отрастания — лишь один из множества возможных ответов растения. Другие факторы включают запасующую способность, скорость фотосинтеза, распределение ресурсов и усвоение питательных веществ, которые варьируют в зависимости от внешних (среда, тип гербивории, пространственное распределение) и внутренних (генетика растения) факторов.

2. **Антиксеноз** - непривлекательность растения для вредителя из-за специфических характеристик (например, наличие трихом) (Gebretsadik et al., 2022; Achhami et al., 2020). Термин **антиксеноз** происходит от греческого слова **ксено**, что означает **гость**. Антиксеноз можно рассматривать как первую линию защиты растений от повреждений насекомыми. Он негативно влияет на нормальный процесс поиска и принятия растения-хозяина насекомыми. В результате задействуются сенсорные системы вредителей, такие как обоняние, зрение, вкус и тагморецепция (Smith, 2005).

3. **Антибиоз** - свойства растения, нарушающие физиологические процессы вредителя (например, за счет биохимического состава) (Cao et al., 2015; El-Wakeil et al., 2010). Антибиоз определяется как механизм устойчивости, который напрямую и негативно влияет на физиологию насекомого. Антибиотические эффекты могут проявляться по-разному и возникать из-за морфологических и химических факторов растения (Smith, 2005). Этот механизм устойчивости может приводить к повышенной смертности, уменьшению размеров и массы тела, удлинению сроков развития и/или снижению плодовитости насекомых (Smith,

2005). Данный тип устойчивости был обнаружен у многих видов растений в отношении различных видов насекомых. Например, у пшеницы и её родственных культур антибиоз был зафиксирован против тлей (Flinn et al., 2001; Lage et al., 2003; Smith, Starkey, 2003; Webster et al., 1994; Webster, Porter, 2000).

4. **Псевдоустойчивость «уход от вредителя»** - иногда растение или сорт могут быть классифицированы как устойчивые из-за неблагоприятных условий окружающей среды для насекомого, при этом наследственный признак не играет роли. В этом случае может наблюдаться дифференцированное влияние среды на растение-хозяина и на насекомое, что сказывается на проявлении устойчивости. Painter (1951) назвал этот тип устойчивости псевдоустойчивостью, подразумевая кажущуюся устойчивость, обусловленную временными характеристиками потенциально восприимчивых растений-хозяев. Это связано с тем, что экологическая устойчивость зависит в большей степени от условий окружающей среды, чем от генетических факторов. Характеристики такой устойчивости временны, а вовлеченные сорта потенциально восприимчивы. Кажущаяся устойчивость важна в управлении насекомыми-вредителями, но её использование требует тщательной синхронизации с преобладающими условиями окружающей среды для обеспечения эффективности (Dodiya, Italiya, 2022).

Основными защитными признаками антибиотического действия являются аллелохимические вещества растений – нутритивно незначимые химические соединения, вырабатываемые растениями и влияющие на биологию или поведение других видов. Аллелохимикаты могут быть конститутивными или индуцированными. Такие соединения могут действовать в низких концентрациях (например, гидроксамовые кислоты DIMBOA, DIBOA) или проявлять количественный эффект (например, апигенин, хлорогеновая кислота и майзин) (Smith, 2005).

Как правило, антибиозные свойства позволяют растениям активно противостоять фитофагам, но сопровождаются снижением жизнеспособности (фитнес-стоимостью). Эти защитные свойства развиваются, когда преимущества превосходят затраты, и могут быть использованы для создания устойчивых сортов.

Такие устойчивые свойства создают сильное селекционное давление, заставляющее вредителей эволюционировать для преодоления резистентности. В ответ растения вынуждены развивать новые защитные механизмы, создавая цикл: внедрение устойчивости → адаптация вредителей (Smith, 2005; Garcia et al., 2021; Tadesse et al., 2022). Генетическое разнообразие для устойчивости к вредителям у диких видов может быть выявлено путем скрининга коллекций гермоплазмы. Увеличение генетического разнообразия за счет включения генов из диких разновидностей может помочь улучшить устойчивые свойства пшеницы (Moudrý et al., 2011).

Факторы, влияющие на проявление устойчивости пшеницы к членистоногим.

Проявление устойчивости пшеницы к членистоногим зависит от нескольких факторов, включая генетические особенности, условия окружающей среды, физиологию растения и характеристики вредителя.

1. Генетические факторы. Те, что влияют на уровень устойчивости пшеницы к определённому вредителю, могут включать: (1) обусловлена ли устойчивость одним геном или множеством генов, (2) уровень экспрессии генов, (3) является ли желаемая устойчивость следствием толерантности, отсутствия предпочтения (непредпочитаемости) или антибиоза, (4) генетический фон растения.

2. Факторы окружающей среды. К ним относятся такие переменные, как температура, влажность и освещённость, которые могут влиять на проявление устойчивости пшеницы к членистоногим вредителям. Например, высокая температура и низкая влажность могут снижать уровень устойчивости пшеницы к некоторым вредителям (Tang et al., 2018), тогда как умеренные температуры и достаточная влажность способствуют усилению устойчивости (Zhu et al., 2010).

3. Физиологические факторы. К ним относится физиологическое состояние растения, которое может влиять на проявление устойчивости пшеницы к членистоногим вредителям. Например, уровень устойчивости может зависеть от

фазы роста растения, а также от стрессовых условий, таких как засуха или дефицит питательных веществ (Zhang et al., 2017).

4. Факторы, связанные с членистоногими. Эти факторы включают особенности биологии и поведения насекомых, которые влияют на уровень устойчивости пшеницы. Например, восприимчивость некоторых членистоногих к определённым типам устойчивости может варьировать в зависимости от вида вредителя (Luo et al., 2023). Уровень устойчивости также может зависеть от таких факторов, как пищевое поведение, подвижность и популяционная динамика вредителей (Smith, Clement, 2012; Smith, 2005).

Устойчивость зерновых культур к вредителям. Устойчивость растений-хозяев представляет собой эффективное решение проблем с вредителями, позволяющее сократить использование пестицидов и уменьшить загрязнение окружающей среды. В частности, устойчивость пшеницы к насекомым-вредителям позволила взять под контроль таких опасных вредителей, как *Mayetiola destructor* (гессенская муха), *Cephus* spp. (стеблевые пилильщики), и др. *Diuraphis noxia* (ячменная тля), *Schizaphis graminum* (обыкновенная злаковая тля) и *Rhopalosiphum padi* (ячменная тля) (Sharma et al., 2024).

Основными источниками генетического разнообразия для устойчивости пшеницы к вредителям служат местные сорта и дикие родственные виды. На сегодняшний день уже идентифицировано несколько генов устойчивости, которые были успешно внедрены в культивируемые сорта пшеницы (особенно сорта *Triticum aestivum*). Однако информация об устойчивости к другим экономически значимым вредителям остается крайне ограниченной.

Для более эффективной защиты посевов и повышения урожайности необходимо разработать комплексную программу по внедрению устойчивых сортов в систему интегрированной борьбы с вредителями (IPM) пшеницы (Sharma et al., 2024).

На урожайность и качество пшеницы влияют как абиотические, так и биотические факторы. Биотические стрессы включают вредоносные виды грибов, бактерий, вирусов, нематод, сорняков и насекомых. Кроме того, на производство

пшеницы также влияют погодные аномалии, а также химические, генетические и физиологические проблемы (Voskus et al., 2010). Эти стрессовые факторы могут действовать как по отдельности, так и в комбинации, приводя к значительному снижению урожайности и качества пшеницы.

Разработка новых, более устойчивых к этим стрессам сортов пшеницы является основной целью селекционных программ. Государственные и частные организации, включая Международный центр улучшения кукурузы и пшеницы (CIMMYT - International Maize and Wheat Improvement Center), Международный научно-исследовательский институт риса (IRRI - International Rice Research Institute), Национальный исследовательский центр пшеницы (NRCW - National Research Center for Wheat), Министерство сельского хозяйства США (USDA - United States Department of Agriculture), Сельское хозяйство и агропродовольствие Канады (AAFC - Agriculture and Agri-Food Canada) и Китайский национальный центр улучшения пшеницы (CNWIC - China National Wheat Improvement Center), работают над созданием устойчивых к насекомым сортов пшеницы. Глобальные потери урожая пшеницы от насекомых составляют 5-35% в зависимости от региона и года (Dhaliwal et al., 2010).

Первые сообщения об устойчивости пшеницы к насекомым-вредителям относятся к 1875-м годам, когда американские исследователи выявили сорта пшеницы, устойчивые к гессенской мухе (*M. destructor*). В 1970-х годах в ответ на проблемы с злаковой тлей *Schizaphis graminum* (Aphidae) - основным вредителем пшеницы на юге США, ученые USDA разработали новый устойчивый сорт "Greenbug Resistant 1" (Royer et al., 2015).

В 1970-1980-х годах использование устойчивых сортов пшеницы для борьбы с вредителями значительно расширилось в ответ на вспышки новых и более агрессивных видов насекомых-вредителей (Armstrong, McNew, 1976; Porter, Webster, 1976). Начиная с 1980-х годов селекционные программы по пшенице во всем мире разрабатывают устойчивые к насекомым сорта, используя как традиционные методы селекции, так и молекулярные подходы на основе естественно встречающихся генов устойчивости (Smith, Harris, 1989; Porter,

Webster, 1982). В последние десятилетия молекулярные методы стали активно применяться для идентификации и переноса генов устойчивости из родственных видов в перспективные сорта пшеницы (Smith, 2005; Smith, Clement, 2012). Эти достижения подтверждены в работах различных исследователей (Tan et al., 2017; McCauley, 2020; Peirce et al., 2022; Onstad, Knolhoff, 2014 ; Zukoff et al., 2023).

В условиях лесостепи Центрально-Чернозёмного региона в 2024 году проведена оценка устойчивости к основным вредителям и болезням 111 сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), включённых в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. По результатам исследований установлено, что комплексной устойчивостью к вредителям (злаковые мухи, пшеничный трипс, злаковые тли, красногрудая пьявица) и болезням обладают четыре сорта озимой мягкой пшеницы: Льговская 31, Песня, Ольшанка и Лариса (Власова, 2024). В схему опыта 2020–2021 гг. было включено десять вариантов (девять опытных и один контрольный). В качестве образцов использовались сорта и линии озимой пшеницы селекции Мичуринского ГАУ: Мичуринская университетская, Л-1850, Тамбовица 22, Л-1779, Антонина 1, Л-1912, Л-2169, Тамбовица улучшенная и Л-1901. Установлено, что данные сорта и линии, полученные методом внутривидовой гибридизации и относящиеся к разновидности *lutescens* вида *T. aestivum* L., проявляли разную степень устойчивости к пшеничному трипсу и злаковой тле. При этом у большинства образцов устойчивость к тле превышала уровень стандарта, за исключением линий Л-1912, Л-1901 и Л-2169, тогда как повреждения растений пшеничным трипсом ниже контрольного уровня отмечены у сортов Мичуринская университетская и Антонина 1, а также у линий Л-1779 и Л-1912 (Маркин и др., 2023). Дополнительные сведения о спектре устойчивости к злаковой тле (*Schizaphis graminum* Rondani) получены в ходе исследований, проведённых во Всероссийском институте генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ФИЦ ВИР) в 2002–2004 гг. и повторно в 2021 г. В результате анализа 778 образцов ячменя из коллекции ВИР, собранных преимущественно в странах Восточной Азии в первой половине XX века, выделено 40 образцов с высоким уровнем устойчивости. Из них

11 линий рекомендованы как перспективные для селекционного использования, включая одну линию, пригодную для непосредственного внедрения в практическую селекцию. Кроме того, у ряда образцов выявлены гены с ослабленным проявлением устойчивости, которые могут выполнять функцию резервных при изменении структуры популяции вредителя или снижении эффективности основных аллелей (Научная Россия, 2024). В развитие этих исследований были также изучены сортообразцы из мировой коллекции ВИР мягкой яровой пшеницы, высевавшейся в южном селекционном севообороте на полях ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП». В ходе работы получена ценная информация об иммунологических и адаптивных свойствах изученных образцов. Наиболее перспективными оказались сорта и сортообразцы Иделля, л.178/07-1, Кинельская 60, Воронежская 20, Омская 36, л.37/10, Бурлак, Новосибирская 185, Баракат и Ульяновская 105, сочетающие устойчивость и другие хозяйственно-ценные признаки. Указанные формы могут быть использованы в скрещиваниях как исходный материал для создания новых сортов, обладающих не только высокой продуктивностью, но и устойчивостью к шведским и яровым мухам в условиях ЦЧЗ (Малокостова, 2019).

Согласно оценкам, для преодоления развития устойчивости у популяций вредителей требуется выпуск новых сортов пшеницы каждые 5–10 лет (Zhao et al., 2015).

С древних времен известно использование синтетических (химических) пестицидов для борьбы с вредными организмами сельскохозяйственных культур с целью повышения урожайности (Anani et al., 2020). Синтетические пестициды производятся из химических веществ и носителей, таких как полимеры (Rakhimol et al., 2020), которые специфичны для разных видов вредителей. Они включают средства для борьбы с сорняками (гербициды), водорослями (альгициды), грибами (фунгициды), клещами (акарициды), бактериями (бактерициды), грызунами (родентициды), термитами (термитициды), насекомыми (инсектициды), моллюсками (моллюскоциды) и нематодами (нематициды), что и лежит в основе их классификации (Anakwue, 2019).

Еще один способ классификации пестицидов может основываться на их активных веществах, к которым относятся хлорорганические соединения, дихлорвос, диазинон, диамиды, хлорпирифос и другие. Хотя синтетические пестициды положительно влияют на урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур, они также оказывают негативное воздействие на биоразнообразие почвы, животных, водные организмы и здоровье человека (Fagoog et al., 2019). Синтетические пестициды часто делают почву более хрупкой, снижают её дыхательную активность и уменьшают жизнедеятельность некоторых макроорганизмов, таких как дождевые черви (Pertile et al., 2020; Pelosi et al., 2021).

Они также ухудшают характеристики потомства животных, снижают их иммунитет к заболеваниям, жизнеспособность и успешность спаривания (Syromyatnikov et al., 2020). Кроме того, пестициды негативно влияют на почвенные микроорганизмы, ограничивая их биологические функции, такие как выработка полезных для растений веществ — сидерофоров, азота, индол-3-уксусной кислоты и других (Kumar et al., 2019).

Когда синтетические пестициды попадают в окружающую среду различными путями — например, через испарение, неконтролируемые сбросы, снос капель при распылении, эрозию почвы или вымывание — они воздействуют на нецелевые растения, что приводит к снижению их фотосинтетической активности и семенной продуктивности (Hashimi et al., 2020). Попадание пестицидов в водоёмы во время стока может вызвать гибель водных организмов и загрязнение воды. Кроме того, накопление пестицидов в водной среде может передаваться по пищевой цепи — от гидробионтов к животным и человеку. Их биомагнификация способна провоцировать тяжёлые заболевания, включая рак, болезни почек, кожные высыпания, диабет и другие (Jayaraj et al., 2017; Sabarwal et al., 2018). Однако в последнее время всё большую роль в борьбе с вредителями играют биопестициды, которые обладают множеством преимуществ.

Биопестициды — продукты химической переработки продуктов культивируемых микроорганизмов. Биопестициды являются дешевыми, экологически безопасными, обладают специфическим механизмом действия,

устойчивы, не оставляют остаточных следов и не связаны с выбросами парниковых газов (Borges et al., 2021). Эти биопестициды могут быть в форме фитопестицидов (растительного происхождения (Idris et al., 2022), микробных пестицидов (микробного происхождения (Harish et al., 2021) и нанобиопестицидов (Abdollahdokht et al., 2022; Pan et al., 2023).

В отличие от синтетических пестицидов, микробные пестициды обладают специфическим действием, их легко получить без необходимости использования дорогостоящих химикатов, и они экологически устойчивы без остаточных эффектов (Harish et al., 2021; Hummadi et al., 2021; Долженко, 2024). Фитопестициды содержат множество фитохимических соединений, которые позволяют им проявлять различные механизмы действия, кроме того, они не связаны с выбросами парниковых газов и представляют меньший риск для здоровья человека по сравнению с доступными синтетическими пестицидами (Malahlela et al., 2021; Idris et al., 2022).

Биопестициды действуют через различные механизмы, включая ингибирование и разрушение плазматической мембраны и трансляции белков у патогенов/вредителей. Хотя несколько недостатков снизили их приемлемость и коммерческое использование, тем не менее, биопестициды обладают высокой специфичностью к цели, имеют короткий срок хранения, менее устойчивы в почвенной среде и производятся из возобновляемого сырья, в отличие от синтетических пестицидов (Kumar et al., 2021). Некоторые из упомянутых выше преимуществ биопестицидов могут также служить их недостатками. Например, специфичность их действия в отношении вредителя может быть недостатком, если целью является одновременный контроль многих вредителей. Кроме того, их короткий срок хранения означает, что они легко разлагаются и меньше сохраняются в окружающей среде, но это становится недостатком, если цель состоит в полном уничтожении существующих вредителей и предотвращении появления новых после применения биопестицидов. Критическая оценка этих преимуществ и недостатков, а также возможные меры по устранению этих кажущихся ограничений, стали очень важными (Ayilara et al., 2023).

Биологические препараты.

Они состоят из веществ, полученных из микроорганизмов, таких как бактерии, грибы, вирусы, простейшие и водоросли, которые используются для борьбы с вредителями (Adeleke et al., 2022). Микроорганизмы используют производимые токсичные метаболиты для уничтожения и предотвращения роста вредителей.

Важную роль в биологической защите пшеницы от фитофагов играют микроорганизмы, включая как энтомопатогенные грибы, так и бактерии (Долженко, 2021). Так, грибы рода *Beauveria bassiana* продемонстрировали высокую эффективность в борьбе с вредителями. В 2018–2019 гг. на территории Ставропольского края проводились исследования по разработке системы биологической защиты озимой пшеницы в весенне-летний период вегетации от вредителей. Опытная схема включала следующие варианты: без обработки (контроль); бионсектицид Биослип БВ (жизнеспособные споры штамма *Beauveria bassiana* не менее 1×10^8 спор/мл) – 3,0 л/ га; Биослип БТ (жизнеспособные споры и термостабильный кристаллический эндо- токсин штаммов *B. thuringiensis* не менее 1×10^{11} КОЕ (кристаллов токсина)/г) – 3,0 л/га; совместное применение препаратов Биослип БВ и Биослип БТ – по 1,5 л/га. В качестве эталона использовали смесь химических инсектицидов Алт-Альф, КЭ (альфациперметрин, 100 г/л) – 0,1 л/га и Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 0,05 кг/га. Биоинсектициды применяли трехкратно – в фазы колошения, цветения и молочной спелости зерна, химическими препаратами обрабатывали один раз – в фазе цветения. Биологическая эффективность трехкратного использования баковой смеси биопрепаратов против вредной черепашки, пшеничного трипса злаковых тлей и пьявицы красногрудой на озимой пшенице. составила 50-62 %, против хлебных пилильщиков – 30-40 %. Учёты на 10 и 14 день после обработки баковой смесью химическими инсектицидами показали, что их биологическая эффективность против фитофагов находится на уровне 97-100 %. В среднем препарат Биослип БВ лучше всего подавлял злаковых тлей. Его биологическая эффективность составила 78,3 %. По отношению к вредной черепашке и пшеничному трипсу она находилась

на уровне 60,3-68,7 %. Биологическая эффективность биоинсектицида Биослип БТ против пьявицы красногрудой сопоставима с химическими препаратами – в среднем 84,2 %. При этом следует отметить его слабое воздействие (27,2 - 44,2 %) на фитофагов других видов. Применение баковой смеси биоинсектицидов с половинными нормами расхода оказалось не целесообразным. Ее эффективность находилась в пределах 23,3 - 40,7 %, чего не достаточно для подавления популяции фитофагов в посевах озимой пшеницы и ограничения их вредоносности (Глазунова и др., 2019).

Наряду с грибами перспективным направлением является использование бактерий. В частности, в 2019 году была обнаружена способность *Bacillus subtilis* Cohn (штамм 26Д) и *Bacillus thuringiensis* Berliner (штаммы В-6066 и В-5689) подавлять жизнедеятельность обыкновенной злаковой тли *Schizaphis graminum* Rond на яровой пшенице (*Triticum aestivum* L.) сорта Салават Юлаев (селекция Башкирского государственного аграрного университета, Россия). Защитный эффект изученных штаммов *Bacillus* spp. проявлялся как в прямой афицидной активности, так и в опосредованной индукции системной устойчивости растений посредством регуляции генерации перекиси водорода, а также активности пероксидазы и каталазы (Веселова и др., 2019).

Авермектин.

Авермектины, представляющие собой макроциклические лактоновые соединения, получают из актиномицета *Streptomyces avermitilis*.

Механизм действия. Авермектины относятся к препаратам, нарушающим функцию нервной системы (Зинченко, 2012). Уникальная способность авермектинов подавлять развитие насекомых, нематод и клещей связана с возможностью блокировать передачу нервного импульса в нервно-мышечном синапсе. Сущность этого механизма действия, приводящего к параличу и гибели паразитов, заключается в стимуляции выброса ионов хлора, деполяризации мембраны клеток и патологическом нарушении ее функций (Джафаров и др., 2019).

Авермектины в сфере защиты растений применяются в качестве действующих веществ инсектицидов и акарицидов. На территории России

зарегистрированы пестициды с действующими веществами: абамектин, аверсектин, авертин N, Эмабектин бензоат (Минсельхоз России, 2024).

Авермектины хорошо действуют на вредителей при температурах 18–20 °С, а при температурах выше 28°С их эффективность возрастает в 2 раза. Срок защитного действия авермектинов – 5–7 дней. В условиях защищенного грунта они достаточно быстро теряют токсичность (Попов и др., 2003).

В 2024 году на посевах озимой пшеницы в юго-восточном регионе Казахстана была проведена оценка биологической эффективности бактериальных препаратов при применении с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В схему обработки входили: Актарофит (*Streptomyces avermitilis*) — 1,8 л/га + Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis* 26 Д) — 0,5 л/га + Экстрасол (*Bacillus subtilis* Ч-13) — 1,5 л/га. Результаты показали высокую эффективность данной композиции: биологическая эффективность против пшеничного трипса на 7-й день после обработки составила 88,8%, а против злаковой тли — 92,5% (Мухамадиев, 2025).

Ботанические (растительные) инсектициды: свойства, применение и механизмы действия.

Ботанические (растительные) пестициды использовались на протяжении тысячелетий как в натуральном, так и в коммерческом сельском хозяйстве, задолго до появления синтетических пестицидов. Эти природные химические производные растений действуют как репелленты, аттрактанты, антифидантные вещества, ингибиторы роста и прямые токсины для различных вредителей (Mahmood et al., 2016; Nikal et al., 2017; Stankovic et al., 2020). Растительные экстракты, такие как никотин и другие никотиновые соединения, использовались в качестве инсектицидов и фумигантов против тлей, трипсов и клещей еще в XVII веке (Grdiša and Gršić, 2013; Shivkumara et al., 2019). В XIX и начале XX веков наблюдалось увеличение использования более четко определенных экстрактов, таких как деррис, никотин и квассия (Dayan et al., 2009). Однако с появлением синтетических пестицидов использование растительных средств сократилось до последних

десятилетий, когда забота об окружающей среде и здоровье возродила интерес к растительным альтернативам (Raja, 2014; Nikkhah et al., 2017).

Ботанические инсектициды обычно получают путем экстракции активных соединений с помощью соответствующих растворителей и/или их смешивания с пестицидными адъювантами. Они набирают популярность в органическом сельском хозяйстве благодаря своей безопасности для потребителей, низкой токсичности для млекопитающих и снижению риску развития резистентности вредителей (Misra, 2014). Потребители все чаще готовы платить более высокую цену за продукты, выращенные с использованием таких методов.

Широкий спектр семейств растений обладает пестицидными свойствами, в том числе Rutaceae, Compositae, Meliaceae, Leguminosae, Araceae, Platycodonaceae, Solanaceae, Chenopodiaceae, Zingiberaceae, Labiatae, Loniceraeae, Umbelliferae, Polygonaceae и Euphorbiaceae (Arnason et al., 2012). Ключевыми примерами коммерчески используемых растительных веществ являются пиретрум (*Tanacetum cinerariifolium*), табак (*Nicotiana tabacum*), ним (*Azadirachta indica*), сабадилла (*Schoenocaulon officinale*) и риания (*Ryania speciosa*). Эти продукты борются с целым рядом вредителей из отрядов Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Lepidoptera и Thysanoptera, а также эффективны против растительных патогенов, таких как нематоды, грибки, бактерии и вирусы (Stevenson et al., 2017). Ботанические инсектициды воздействуют на целевые виды вредителей посредством нескольких механизмов (Regnault-Roger, 2012):

Растительные репелленты – группа действующих веществ пестицидов, изготовленных из различных частей растений, включающих соединения, отпугивающие вредных млекопитающих, насекомых, грызунов, нематод.

Репелленты могут выполнять различные функции: маскировать запахи, привлекающие животных, раздражать их органы обоняния, осязания и дыхания, отпугивать от пищи или вызывать отравления (Москвичев, Фельдблюм., 2007).

Растительны репелленты могут обладать инсектицидной активностью и не только отогнать вредных насекомых, но и уничтожить. Среди протестированных растительных экстрактов экстракт *Nicotiana tabacum* (табак) вызывал умеренную

смертность злаковых тлей на пшенице. Применение экстракта табака привело к уровню смертности тлей 57,90 %, что указывает на его заметное воздействие в качестве биологического средства контроля (Iqbal et al., 2011).

Алкалоиды.

Пестицидное действие алкалоидов в основном проявляется в противогрибном, противовирусном, антибактериальном, инсектицидном, нематодном и гербицидном действии.

Растения используют алкалоиды в качестве токсичных веществ для борьбы с травоядными животными, поскольку они токсичны и вызывают смерть даже в очень малых количествах. Алкалоиды из разных растений обладают инсектицидными свойствами в отношении различных видов насекомых, вызывая ряд токсических эффектов, таких как нарушение функции средней кишки, окислительно-восстановительный дисбаланс, разрушение биологических мембран, ингибирование холинэстеразы, нарушение развития и метаболизма, репродуктивная и острая токсичность (Chowański et al., 2016).

Существует множество алкалоидов, известных своим инсектицидным потенциалом с различным механизмом действия. Никотин, природный инсектицид, присутствующий в растении табака (*Nicotiana tabacum*), используется в качестве инсектицида с 1690-х годов в виде табачных экстрактов и является предшественником большого числа синтетических неоникотиноидных инсектицидов. (Tomizawa, Casida, 2005) Никотин и его производные имитируют действие ацетилхолина и действуют как агонисты, легко взаимодействуя с никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами (nAChRs), что приводит к возбуждению и параличу насекомых (Taillebois et al., 2018). Экстракты гликоалкалоидов (α -чаконин и α -соланин) влияют на сократительную активность сердца насекомых и оказываются токсичными для листоедных насекомых. Хинолизидиновые алкалоиды убивают насекомых, ингибируя синтез белка в насекомых, воздействуя на калиевый канал и глутаматный рецептор (Karakoti et al., 2023). Алкалоиды и борьба с трипсами Несмотря на свой широкий инсектицидный потенциал, алкалоиды были менее изучены в отношении трипсов. Ранние

исследования датируются 1929 годом, когда Дэвидсон продемонстрировал, что делькозин, дельсолин и дельфинин из *Delphinium* spp. были эффективны против *Thrips tabaci* (луковый трипс). Более поздние исследования показали, что личинки *Scirtothrips citri* (калифорнийский цитрусовый трипс) очень чувствительны к анабазину, содержащемуся в *Anabasis aphylla* и *Nicotiana glauca*. Недавние исследования выявили несколько пирролизидиновых алкалоидов — сенкиркин, якобин, ретрорсин, эруцифолин и сенецифиллин — как высокоактивные против личинок второго возраста *Frankliniella occidentalis*. Кроме того, на Филиппинах было обнаружено, что хинолизидиновый алкалоид матрин, содержащийся в *Sophora flavescens*, эффективно контролирует *Thrips hawaiiensis* на бананах, превосходя по эффективности рекомендуемый инсектицид абамектин (Gupta et al., 2024).

В современной практике широко используются синтетические препараты, которые обеспечивают более продолжительное и стабильное действие против вредителей:

Неоникотиноиды.

Неоникотиноиды - класс инсектицидов, по химическому строению и действию близких к природному инсектициду никотину, который содержится в табаке. Синтетический никотин и никотиноподобный анабазин применяли еще в первой половине 20 века, они высоко активны против насекомых, новые подобные никотину инсектициды были получены в 1980-1990 годах, с 1999 года зарегистрированы в России. Сейчас применяют препараты на основе пяти неоникотиноидов: нитрозосодержащие имидаклоприд, тиаметоксам, клотианидин, и циансодержащие ацетамиприд и тиаклоприд (Дезресурсы, 2015).

Имидаклоприд относится к неоникотиноидным инсектицидам и эффективно контролирует вредителей с колюще-сосущим ротовым аппаратом. Имидаклоприд является агонистом никотиновых ацетилхолиновых рецепторов мембраны нервной клетки, то есть усиливает их отклик на сигналы, передаваемые ацетилхолином. Отрицательно заряженный участок нитрогруппы, предположительно,

взаимодействует с катионом (положительно заряженным участком) ацетилхолиновых рецепторов насекомых.

Происходит чрезмерная поляризация мембраны нейронов, что ведет к невозможности закрытия натриевых каналов, концентрация ионов натрия повышается. В то же время ацетилхолинэстераза не может разрушить связанный имидаклопридом избыточный ацетилхолин. Длительность и сила нервного сигнала сначала растут, возникает перевозбуждение, затем передача импульса блокируется, наступает паралич и гибель насекомых. Резистентность: Особый механизм действия неоникотиноидов, и имидаклоприда в частности, не способствует появлению перекрестной резистентности с инсектицидами других групп. Риск возникновения устойчивости насекомых к имидаклоприду снижают применением его не чаще одного раза за сезон, или в смесях с инсектицидами других групп. Имидаклоприд является одним из самых широко применяемых и эффективных инсектицидов, в том числе против резистентных к органофосфатам, карбаматам и пиретроидам популяций целевых насекомых. Он проникает в организмы кишечным контактным способом, обладает системным действием (Дезресурсы, 2015).

Исследования последних лет подтверждают высокую эффективность имидаклоприда против сосущих вредителей пшеницы. В исследовании, проведенном в 2023 году, установлено, что имидаклоприд проявляет высокую токсичность в отношении имаго *Schizaphis graminum* и *Rhopalosiphum padi*, при этом значения LC_{50} составили 3,59 и 13,78 мг/л соответственно после 24-часового воздействия. Низкая летальная концентрация (LC_{25}) существенно снижала продолжительность жизни имаго и общую продолжительность жизни поколения потомства (F_1) у *S. graminum*, тогда как плодовитость и жизнеспособность родительских особей (F_0) оставались практически неизменными (Ji et al., 2023).

В другом исследовании инсектицид Конфидор (имидаклоприд) применялся на посевах озимой пшеницы против злаковых тлей. Наиболее низкий уровень заселённости был зарегистрирован через 15 дней после обработки — 0,67 особи на колос, что свидетельствует о высокой эффективности препарата (Matharu, Tanwar, 2019).

Сходные результаты были получены в Пакистане, где применение карбосульфана и имидаклоприда вызывало смертность тлей в диапазоне 76,80–95,39 % и 75,62–93,85 % соответственно, при этом статистически значимой разницы между препаратами не выявлено (Saleem et al., 2023).

Ранее, в 2015–2016 гг. в условиях Узбекистана на сорте пшеницы Таня Р-1 имидаклоприд (КС) показал высокую биологическую эффективность против тлей, вредной черепашки и трипсов. Применение препарата позволило сохранить урожай на уровне 5,0–6,6 ц/га, что составило 14,0–15,5 % потенциального урожая зерна (Уразбаев, 2017).

Таким образом, накопленные данные подтверждают, что имидаклоприд является высокоэффективным средством для защиты пшеницы от сосущих вредителей, снижая их численность и предотвращая существенные потери урожая.

Пиридинкарбоксамиды.

Пиридинкарбоксамиды (pyridine-carboxamides) – химический класс органических соединений объединяющий производные амидов пиридинкарбоновых кислот.

Пиридинкарбоксамиды могут проявлять различные формы биологической активности. В этом классе собраны соединения с инсектицидной, гербицидной и росторегулирующей активностью. Причем последние две могут проявляться у одних и тех же веществ в зависимости от концентрации (Дорожкина, 2021; Куликова, Лебедева, 2010).

Пиметрозин и флониамид обладает инсектицидной биологической активностью. Действие пиметрозина – контактно-кишечное. Флониамида – системное (Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014а; Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014б). Оба соединения при применении на насекомых вызывают нарушение работы хродотональных органов (органы чувств), что вызывает сбой в поведении насекомых, в том числе антифидинговый эффект – нарушение процесса питания (Пестициды.ru, 2024)

Флоникамид (препарат Теппеки, ВДГ) является действующим веществом инсектицидов с антифидинговым эффектом. Такие препараты применяют для борьбы с тлями различных видов. Кроме того, пестициды с данным действующим веществом способны осуществлять контроль численности прочих вредителей из отряда равнокрылых (щитовок, кокцид, белокрылок, листоблошек, цикадок).

Флоникамид эффективен против сосущих насекомых, преобладающая часть видов которых относится к отряду Равнокрылые (Homoptera). В частности, это виды семейства Тли настоящие, кормовыми растениями которых являются плодовые, зерновые и овощные культуры. Кроме того, пестициды с данным действующим веществом способны осуществлять контроль численности прочих вредителей из отряда равнокрылых (щитовок, кокцид, белокрылок, трипсов, листоблошек, цикадок) (Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014б).

Несмотря на усилия исследователей и селекционеров по выявлению новых источников устойчивости и разработке эффективных стратегий контроля насекомых-вредителей в производстве пшеницы, особенно яровой, многие вредители остаются неконтролируемыми, а гены устойчивости в ряде случаев ещё не обнаружены ни у культурных сортов пшеницы, ни у её диких родственников. Даже при существовании устойчивых сортов их широкое распространение ограничено из-за недостаточной доступности семенного материала, неприспособленности к местным агроклиматическим условиям и региональным технологиям возделывания.

На сегодняшний день эффективные, долгосрочные и экологически безопасные препараты для борьбы с сосущими вредителями не разработаны. Хотя проведены обширные исследования по созданию устойчивых сортов озимой пшеницы и применению безопасных инсектицидов на различных культурах, данные исследования для яровой пшеницы остаются крайне ограниченными. В связи с этим стратегии защиты яровой пшеницы продолжают основываться преимущественно на химических методах.

Таким образом, интеграция селекционных мероприятий по созданию устойчивых сортов и экологически безопасных методов защиты в программы интегрированной борьбы с вредителями (IPM) представляется наиболее перспективным и эффективным подходом к обеспечению долгосрочной устойчивой защиты яровой пшеницы.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Место работы и метеорологические условия периода работы

Работу проводили на кафедре защиты растений и полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева в 2022-2024 годах с использованием генетической коллекции яровой пшеницы кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Полевая опытная станция РГАУ-МСХА является одним из старейших научно-исследовательских учреждений страны, где более ста лет ведётся стационарный длительный полевой опыт по изучению влияния бессменных посевов, севооборота и различных доз минеральных удобрений на урожайность полевых культур и плодородие почвы. В настоящий момент полевая опытная станция решает следующие задачи: программирование урожаев агроценозов полевых культур на основе управления продукционным процессом в растениеводстве, разработка инновационных технологий в земледелии на основе глобального позиционирования с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур, разработка теоретических и практических основ воспроизводства плодородия почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, селекция новых сортов полевых культур, поддержание биоресурсной коллекции видов, разновидностей и сортов зерновых культур (пшеница, ячмень, овес, тритикале) и многими другими (История Полевой опытной станции, 2025).

Почва опытного участка дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая. В пахотном слое почвы (0-20 см) содержится 2,4 % гумуса (по Тюрину), 426 мг/кг подвижного фосфора, 101 мг/кг – калия (по Кирсанову). Кислотность солевой вытяжки pH_{KCl} - 5,4, что соответствует слабокислой реакции. Содержание подвижных форм микроэлементов в почве характеризуется как низкое - 0,12 мг/кг Мо (оксалазная вытяжка), 0,83 мг/кг Со (ААБ с pH 4,8), 0,4 мг/кг В (водная вытяжка).

Полевая опытная станция РГАУ-МСХА находится в типичных для центрального региона России условиях Нечерноземной зоны.

Климат Центральной России определяется в основном западными и северо-западными умеренно теплыми и влажными атлантическими воздушными массами, способствующими установлению циклональной погоды и смягчающими климат. В течение всего года над территорией Центральной России преобладает область низкого атмосферного давления. Средняя температура зимой - 8–12 °С, летом – от 6 °С на севере – до 20 °С в южной части. Среднегодовое количество осадков – 600—800 мм. Осадки по сезонам года распределены равномерно. Зимой с установлением отрога Монгольского (Азиатского) антициклона или с вторжением арктических воздушных масс температура может опуститься до –25–30 °С. Летом с установлением отрога Азорского антициклона или с приходом из районов Средней Азии теплых и сухих воздушных масс температура резко возрастает (до 30—35 °С).

Лето 2022 года в Москве было относительно теплым с незначительным количеством осадков (Ginfo.ru, 2022). Теплее всего в минувшем году было в августе, когда средняя температура воздуха превысила норму на 5,5°. Но максимальная температура за год наблюдалась 11 июля – воздух в столице прогрелся до +32,8°. Самым сухим был август с количеством осадков всего 3,8 мм (5% от нормы), самым обильным оказался декабрь с количеством осадков в 2 раза больше нормы. (МетеоВести, 2023). Лето 2023 года в Москве: максимальная температура поднималась до 31 градуса (Ginfo.ru, 2022). Июнь был немного прохладный и солнечный, июль - прохладный и дождливый, август - очень теплый и не очень дождливый. В итоге, умеренно теплое лето в Москве перевыполнило норму по осадкам (Гидрометцентр России, 2023). Летний сезон 2024 года в Москве характеризовался значительными климатическими отклонениями. По данным Метеорологической обсерватории МГУ, 2024 год стал самым теплым за всю 245-летнюю историю метеорологических наблюдений в Москве, максимальная температура поднималась до 34 градусов (4 июля) (ТАСС, 2024)

Осадки распределялись крайне неравномерно: при общем сезонном превышении нормы на 40%, в июне выпало >250% обычного количества осадков,

тогда как июль и август оказались засушливыми (<60% от нормы). Параллельно отмечалась аномальная солнечная активность с превышением нормы инсоляции на 20–25% в период с мая по август, что сделало этот сезон 24 г. исключительно солнечным (Интерфакс, 2024).

На рисунке 1 приведена динамика среднесуточной температуры воздуха (°C) в течение вегетационного периода (май – август) за 2022, 2023 и 2024 гг., с разбивкой каждого месяца на три декады. График отражает сезонное и межгодовое изменение температурного режима. В мае наблюдалась устойчивая тенденция к повышению температуры во всех трёх годах. Наиболее интенсивный рост температур отмечен в 2024 году, когда уже к III декаде средняя температура достигла ~21°C, что выше аналогичных значений в 2022 и 2023 гг. Это указывает на более раннее наступление тёплой погоды в 2024 году. В июне температурные значения стабилизируются, с незначительными колебаниями между декадами. В 2022 году наблюдается плавный рост, а в 2023 — выраженный спад во II декаде, что может быть связано с кратковременным похолоданием. В июле значения температуры воздуха продолжают расти, достигая пиковых значений. Наиболее высокие температуры фиксируются в 2022 году (до 25°C). В августе было зафиксировано повышение температуры воздуха в третьей декаде в 2022 и 2024 годах, а в 2023 году в третьей декаде наблюдалось понижение температуры.

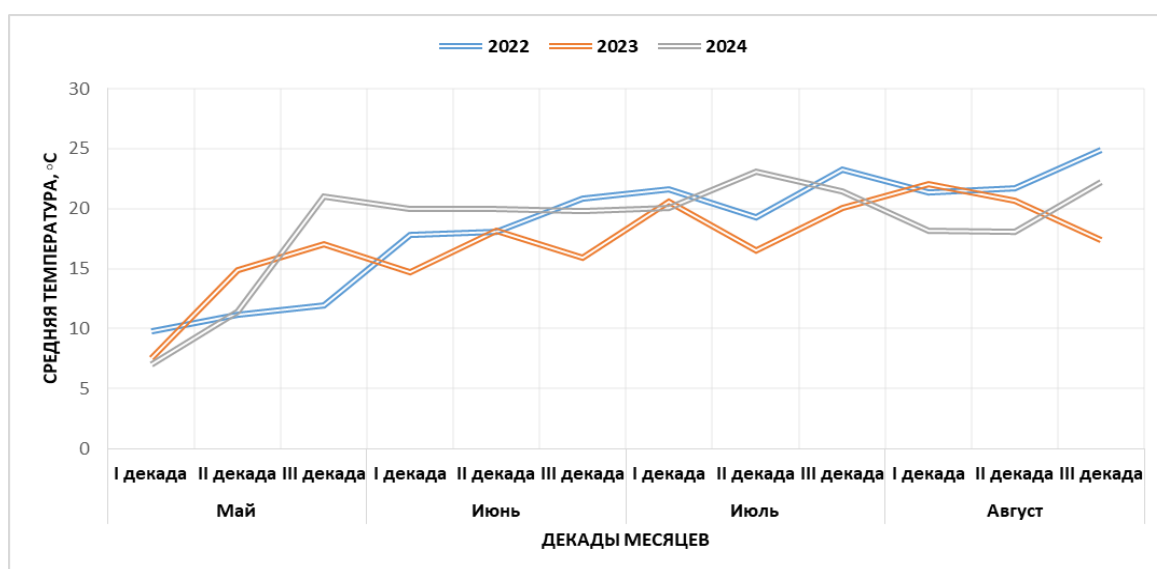


Рисунок 1. Температура воздуха по декадам вегетационного сезона 2022–2024 г. (полевая станция, Москва)

В мае наблюдается относительно равномерное распределение осадков по декадам, однако 2022 год отличается повышенными значениями во II и III декадах (до 4 мм), в то время как в 2023 и 2024 годах уровень осадков не превышал 3 мм.

В июне 2024 года зафиксирован резкий пик во II декаде, когда средний уровень осадков превысил 10 мм, что существенно выше аналогичных показателей 2022 и 2023 годов, где значения колебались в пределах 1–5 мм. Это указывает на выраженное увеличение количества осадков в начале лета в 2024 году.

В июле характерна высокая неравномерность распределения осадков. Особенно выделяется 2023 год, в котором во II и III декадах были зафиксированы максимальные значения — около 8 мм, в то время как в других годах уровень осадков в этот период был значительно ниже (в среднем 2–4 мм).

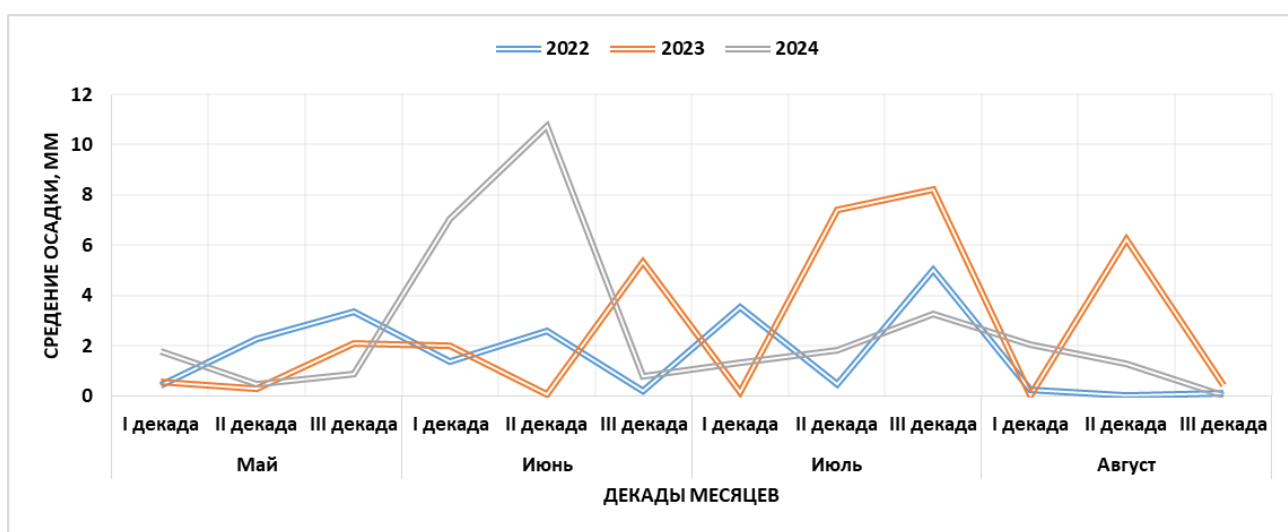


Рисунок 2. Средняя осадков по декадам вегетационного сезона в 2022–2024г. (полевая станция, Москва)

2.2 Характеристика селекционных коллекций

Генетическая коллекция яровой мягкой пшеницы отражает разнообразие генофонда культуры. Она включает 17 сортов отечественной селекции, 6 сортов иностранной селекции (Польша, Германия, Австрия, Франция) и 20 линий мексиканской коллекции CIMMYT (Международного центра улучшения пшеницы

и кукурузы) в 3 блоках в мелкоделяночных (1х1 м) посевах, в 3-кратной повторности (Табл.1).

В блоке 1 содержались образцы преимущественно отечественных сортов; в блоке 2 – 9 сортов и 6 линий мексиканской коллекции CIMMYT (Международного центра улучшения пшеницы и кукурузы) (Ворончихина и др., 2021); в блоке 3 – 14 линий мексиканской коллекции. Стандартом во всех блоках служил сорт Злата.

Таблица 1. Перечень сортов и линий генетической коллекции мягкой яровой пшеницы.

№ п/п	Сорта и линии	№ п/п	Сорта и линии	№ п/п	Сорта и линии
Блок №1		Блок №2		Блок №3	
1	Саратовская 74	16	Бомбона	31	Линия №70
2	Агата	17	Линия 57 (Лисий Хвост)	32	Линия №79
3	Тулайковская 108	18	Ласка	33	Линия №147
4	Симбирцит	19	Арабелла	34	Линия №150
5	Тюменская 29	20	Гранова	35	Линия №151
6	Обская 2	21	Мандарина	36	Линия №152
7	Тобольская	22	Золушка	37	Линия №153
8	Злата (стандарт)	23	Злата (стандарт)	38	Злата (стандарт)
9	Алтайская Жница	24	Канюк	39	Линия №178
10	Маргарита	25	Линия №23	40	Линия №187
11	Учитель	26	Линия №35	41	Линия №215
12	Фаворит	27	Линия №59	42	Линия №217
13	Гранни	28	Линия №65	43	Линия №220
14	Тризо	29	Линия №66	44	Линия №221
15	Ирень	30	Линия №67	45	Линия №223

Приводим краткую характеристику сортов мягкой яровой пшеницы, содержащихся в генетической коллекции:

Тризо. Разновидность лютесценс. Среднепоздний сорт. Апробационные признаки: куст промежуточной формы. Высота растений 88 см. Соломина со средним - сильным восковым налетом на верхнем междоузлии. Флаговый лист имеет сильный восковой налет на влагалище и листовой пластинке. Колос пирамидальный, средний - плотный, белый. Зерно окрашенное. Масса 1000 зерен 33-40 г. Основные характеристики: вегетационный период 85-90 дней, созревает одновременно с сортом Лада в Калининградской области и на 7-9 дней позднее раннеспелого сорта Иргина в Ленинградской области. Устойчив к полеганию,

превышая стандарт по этому показателю на 0,7-1,0 балла. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница.

Злата. Разновидность лютесценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий. Лист зеленый, по ширине от промежуточного до узколистного. Колос цилиндрический, белый, плотный, по длине от среднего до длинного, с короткими остевидными отростками. Колосковая чешуя с сильно выраженной нервацией, зубец средней длины, прямой, плечо средней ширины, скошенное. Зерно красное, полуудлиненной формы, бороздка средней глубины. Масса 1000 зерен от 35 до 45 г. Основные характеристики: сорт раннеспелый, устойчив к полеганию, имеет хорошие и стабильные по годам хлебопекарные качества, сила муки - 250-350 е.а., содержание клейковины в муке - до 35-38%.

Гранни. Разновидность эритроспермум. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст прямостоячий - полупрямостоячий. Растение короткое - средней длины. Соломина выполнена слабо - средне. Восковой налет на верхнем междоузлии соломины и на влагалище флагового листа сильный - очень сильный. Колос веретеновидный, рыхлый - средней плотности, белый. Плечо прямое - приподнятое, средней ширины. Зубец прямой - слегка изогнут, короткий - средней длины. Зерновка окрашенная. Основные характеристики: высокий и качественный урожай зерна с хорошими хлебопекарными свойствами; компактная высота и прекрасная выровненность; ранние сроки созревания; мощный флаговый лист.

Ирень. Разновидность мильтурум. Раннеспелый сорт. Апробационные признаки: разновидность мильтурум. Куст прямостоячий. Соломина полая, с сильным восковым налетом на верхнем междоузлии. Флаговый лист имеет сильный восковой налет на листовой пластинке и очень сильную антоциановую окраску ушек. Колос пирамидальный, рыхлый, со средним восковым налетом. На верхушке колоса короткие остевидные отростки. Плечо нижней колосковой чешуи среднее, прямое, зубец очень короткий, прямой. Зерно удлиненное, со средним хохолком, окрашенное. Основные характеристики: Созревает за 70-87 дней. У сорта отсутствует осыпаемость зерна и ломкость колоса. Отмечается высокая устойчивость к прорастанию на корню и к майско-июньской засухе.

Маргарита. Разновидность лютесценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий. Соломина выполнена очень слабо. Восковой налет на верхнем междоузлии и влагалище флагового листа очень сильный. Колос пирамидальный, средней плотности. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец прямой, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 33-40 г. Основные характеристики: вегетационный период 80-94 дня, созревает одновременно со стандартами Прохоровка, Землячка. Высокоустойчив к полеганию. Среднезасухоустойчив.

Учитель. Разновидность альбидум. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст прямостоячий. Соломина слабо выполнена, с сильным опущением верхнего узла. Флаговый лист имеет средний восковой налет и слабую антоциановую окраску ушек. Колос пирамидальный, средней плотности, белый. Плечо прямое, средней ширины. Зубец прямой, очень короткий. Зерно яйцевидное, белое, с длинным хохолком. Масса 1000 зерен 32-35 г. Основные характеристики: вегетационный период 76-86 дней. К полеганию и засухе среднеустойчив. По хлебопекарным качествам характеризуется как удовлетворительный филлер.

Фаворит. Разновидность лютесценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст прямостоячий - полупрямостоячий. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на верхнем междоузлии соломины и на влагалище флагового листа сильный. Колос пирамидальный, рыхлой - средней плотности, белый. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец прямой, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 30-35 г. Основные характеристики: вегетационный период 75-92 дня. Устойчив к полеганию и засухе, как и стандарты. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница.

Обская 2. Разновидность лютесценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий. Растение средней длины. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на колосе средний - сильный, на верхнем междоузлии соломины сильный - очень сильный, на влагалище флагового листа очень сильный. Колос пирамидальный, средней плотности, белый, с короткими остевидными отростками на конце. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец слегка изогнут,

короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 34-41 г. Основные характеристики: Вегетационный период 79-86 дней, созревает на 1-3 дня позднее стандартных сортов. Устойчив к полеганию. Среднезасухоустойчив, как и стандарты. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница.

Тюменская 29. Разновидность лютеценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст прямостоячий. Растение среднерослое. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на колосе сильный, на верхнем междоузлии соломины и на влагалище флагового листа сильный - очень сильный. Колос пирамидальный, средней плотности, белый, с короткими остевидными отростками на конце. Плечо приподнятое, узкое - средней ширины. Зубец прямой - слегка изогнут, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 36-43 г. Основные характеристики: вегетационный период 77-96 дней. Устойчив к полеганию, превышает по данному показателю стандарт до 1 балла. Засухоустойчивость хорошая. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница.

Алтайская Жница. Разновидность лютеценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий. Растение средней длины. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на колосе сильный, на верхнем междоузлии соломины и влагалище флагового листа очень сильный. Колос пирамидальный, средней плотности, белый, с длинными остевидными отростками на конце. Плечо скошенное, узкое. Зубец слегка изогнут, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 32-39 г. Основные характеристики: вегетационный период 76-89 дней. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница. Среднеустойчив к полеганию и засухе, как и стандарт. Умеренно устойчив к бурой ржавчине; восприимчив к твердой головне, мучнистой росе, корневым гнилям и септориозу. В полевых условиях слабо поражается пыльной головней.

Тобольская. Разновидность лютеценс. Среднепоздний сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий. Растение среднерослое. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на колосе средний, на верхнем междоузлии соломины и влагалище флагового листа сильный. Колос пирамидальный, средней плотности, белый. Остевидные отростки на конце колоса средней длины. Плечо прямое,

средней ширины. Зубец слегка изогнут, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 33-45 г. Основные характеристики: вегетационный период 78-94 дня. Устойчивость к полеганию хорошая. По засухоустойчивости до 1 балла превышает стандарты. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница.

Симбирцит. Разновидность лютесценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на верхнем междоузлии соломины и на влагалище флагового листа очень сильный. Колос пирамидальный, средней плотности, белый. Плечо закругленное - прямое, средней ширины. Зубец прямой - слегка изогнут, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 32-47 г. Основные характеристики: вегетационный период 85-96 дней. Высота растений 123 см. Устойчивость к полеганию высокая (8 баллов). Засухоустойчивость средняя. Хлебопекарные качества удовлетворительные. Пшеница филлер.

Золушка. Разновидность лютесценс. Среднеранний сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий - промежуточный. Растение среднерослое. Восковой налет на колосе и влагалище флагового листа средний, на верхнем междоузлии средний - сильный. Колос цилиндрический, средней плотности, белый, средней длины. Остевидные отростки на конце колоса очень короткие. Опушение верхушечного сегмента оси колоса с выпуклой стороны отсутствует или очень слабое. Плечо прямое - приподнятое, средней ширины. Зубец прямой, очень короткий. Нижняя колосковая чешуя на внутренней стороне имеет очень слабое опушение. Зерновка окрашенная. Основные характеристики: вегетационный период 237-289 дней. Зимостойкость выше средней. Высота растений 65-94 см. Масса 1000 зерен 35-46 г. Устойчив к полеганию. Засухоустойчивость на уровне сорта Дон 95. Вынослив к длительному залеганию притертой ледяной корки. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница.

Канюк. Разновидность лютесценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст промежуточный. Растение короткое - средней длины. Соломина выполнена слабо. Восковой налёт на колосе средний - сильный, на влагалище флагового листа сильный, на верхнем междоузлии соломины средний. Колос

веретеновидный, средней плотности, белый. Остевидные отростки на конце колоса очень короткие - короткие. Плечо прямое, средней ширины - широкое. Зубец слегка изогнут, очень короткий - короткий. Зерновка окрашенная. Основные характеристики: Вегетационный период составляет 76-99 дней, созревает одновременно с сортом Агата. Хлебопекарные качества на уровне филлера. По данным ООО «Эконива-Семена», сорт имеет очень крупное зерно. Масса 1000 зерен - 37-46 г. Устойчив к полеганию и засухе. Содержание протеина среднее.

Тулайковская 108. Разновидность лютесценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий. Растение среднерослое. Соломина выполнена слабо. Восковой налет на колосе и верхнем междоузлии соломины средний, на влагалище флагового листа сильный. Колос пирамидальный, средней плотности, белый, с короткими остевидными отростками на конце. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец слегка изогнут, короткий. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 32-38 г. Основные характеристики: вегетационный период 74-85 дней. Среднеустойчив к полеганию. Засухоустойчивость на уровне и выше стандартов. Хлебопекарные качества отличные. Сильная пшеница.

Агата. Разновидность лютесценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: Куст полупрямостоячий. Лист зеленый, опушен в период кущения, по ширине промежуточного типа. Колос цилиндрический, белый средней плотности, по длине от среднего до длинного, с короткими остевидными отростками в верхней части колоса. Колосковая чешуя с сильно выраженной нервацией, плечо узкое, закругленное, зубец короткий, умеренно изогнут. Зерно красное полуудлиненной формы, бороздка средней глубины. Масса 1000 зерен 38-43 г. Основные характеристики: вегетационный период 75-84 дней. Хлебопекарные качества отличные. Сорт устойчив к полеганию, умеренно устойчив к бурой ржавчине, мучнистой росе и септориозу. Засухоустойчивый.

Саратовская 74. Разновидность альбидум. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий - промежуточный. Растение среднерослое. Соломина выполнена очень слабо. Восковой налет на колосе, верхнем междоузлии соломины и влагалище флагового листа средний - сильный.

Колос полубулавовидный, средней плотности, белый. Остевидные отростки на конце колоса короткие - средней длины. Плечо прямое - приподнятое, узкое. Зубец прямой - слегка изогнут, короткий. Зерновка белая. Масса 1000 зерен 27-40 г. Основные характеристики: вегетационный период 75-92 дня. Среднеустойчив к полеганию. Засухоустойчив, превышает по данному показателю стандарт до 1 балла. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница.

Арабелла. Разновидность лютеценс. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст олупрямостоячий - промежуточный. Растение короткое - средней длины. Соломина выполнена слабо. Восковой налёт на колосе и влагалище флагового листа сильный, на верхнем междоузлии соломины средний - сильный. Колос пирамидальный, средней плотности - плотный, белый. Остевидные отростки на конце колоса короткие. Плечо закруглённое - прямое, узкое - средней ширины. Зубец умеренно изогнут, короткий. Зерновка окрашенная. Основные характеристики: вегетационный период - 79-86 дней. Устойчив к полеганию. Среднезасухоустойчив. Ценная пшеница. Масса 1000 зёрен - 29-41 г.

Гранова. Разновидность эритроспермум. Среднеспелый сорт. Апробационные признаки: куст полупрямостоячий. Растение короткое - средней длины. Восковой налет на колосе средний, на верхнем междоузлии соломины средний - сильный, на влагалище флагового листа сильный. Колос пирамидальный, рыхлый - средней плотности, белый. Ости на конце колоса короткие. Плечо закругленное - прямое, узкое - средней ширины. Зубец прямой - слегка изогнут, средней длины. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен - 33-39 г. Основные характеристики: вегетационный период - 78-91 день. Устойчивость к болезням и климатическим условиям (Главагроном, 2025).

Ласка. Среднеспелый сорт. Основные характеристики: сорт короткостебельный. Высота растений 85-91 см, устойчивый к полеганию. Масса 1000 семян 41-45 г. Натура зерна 711 г-л. (Агросервер; 2025).

Мандарина. Раннеспелый сорт. Высококачественный сорт и разработанный в Польше, известным своими отличными агрономическими характеристиками и адаптивностью к различным сельскохозяйственным системам. Апробационные

признаки: Растения средней высоты. Зерно высокой плотности, средняя масса 1000 зерен и низкая потеря при просеивании. Основные характеристики: Устойчивость к болезням: Высокая устойчивость к мучнистой росе, болезням стеблей и бурой ржавчине. Устойчивость к прорастанию: Очень высокая (DANKO, 2025).

Помимо основной коллекции, в 2022 году параллельно проводились наблюдения в коллекции эндемичных пшениц (КЭП), представленной 18 образцами в 3-кратной повторности (Табл. 2). Персидская (картлинская) пшеница принадлежит к группе тетраплоидных видов пшеницы. Этот вид происходит с южных склонов Большого Кавказа в Грузии (Mosulishvili et al., 2017). Некоторые источники указывают, что эта пшеница является результатом гибридизации одомашненной пшеницы и обыкновенной пшеницы (Matsuoka, 2011).

Таблица 2. Коллекция эндемичных видов пшеницы (КЭП-22) кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

№	Название образца	Латинское название вида	Разновидность	Номер по каталогу ВИР	Происхождение
1	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>rubiginosum</i>	к-13382	Южная Осетия
2	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>rubiginosum</i>	к-13989	Армения
3	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>fuliginosum</i>	к-13768	Армения
4	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>fuliginosum</i>	к-1694	Грузия
5	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>fuliginosum</i>	к-26828	Дагестан
6	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>osseticum</i>	к-13938	Южная Осетия
7	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>fuliginosum</i>	к-7106	Грузия
8	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>stramineum</i>	к-6429	Грузия
9	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>stramineum</i>	к-47794	Ленинградская обл.
10	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>osseticum</i>	к-27494	Южная Осетия
11	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>stramineum</i>	к-49456	Канада
12	Пшеница персидская	<i>Triticum persicum</i>	<i>fuliginosum</i>	к-19726	-
13	Пшеница туранская сорт Камут	<i>Triticum turanicum</i>	<i>insigne + notabile</i>	нет	МоВИР, Московская обл
14	Пшеница туранская Черная	<i>Triticum turanicum</i>	<i>odsissianum</i>	TRI 19242	Иран
15	Пшеница туранская Белая	<i>Triticum turanicum</i>	<i>insigne</i>	к-31886	Таджикистан

Пшеница туранская (хорасанская, камут) - древний культурный эндемик Центральной Азии и Ирана. Ее ценными качествами являются засухоустойчивость,

крупнозерность, высокое содержание белка и высокие вкусовые свойства. При этом отмечают неустойчивость к основным болезням (Мурашев, Морозова, 2018).

В 2023 году исследования дополнили изучением коллекции фиолетовозерных пшениц, представленной 6 образцами в 4-кратной повторности (Табл. 3). Фиолетовая мягкая пшеница характеризуется высоким содержанием антоцианов в зерне, обладает выраженными антиоксидантными свойствами и представляет интерес для производства функциональных пищевых продуктов (Ворончихина и др., 2022, Полонский и др., 2018, Рубец и др., 2022, Abdel-Aal et al., 2008). К ее преимуществам также относят устойчивость к полеганию и относительную устойчивость к болезням (Василова и др., 2021, Abdel-Aal et al., 2008).

Таблица 3. Характеристика исследуемых фиолетовозерных сортов пшеницы кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

№	Название сорта	Разновидность, форма	Происхождение
1	Памяти Коновалова	uranium фиолетовозерная	ФНЦ зернобобовых и крупяных культур
2	Иволга фиолетовая	vigorovii фиолетовозерная	РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
3	Лаваль (Laval) 19	uralicum фиолетовозерная	Канада
4	Надира	vigorovii фиолетовозерная	ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН
5	Злата (стандарт)	lutescens краснозерная	ФИЦ «Немчиновка», Верхневолжский ФАНЦ
6	Сударыня	lutescens краснозерная	Верхневолжский ФАНЦ, НПЦ АН Беларуси

2.3 Методы учета видового состава энтомофауны и численности вредителей

Учеты состава и численности энтомофауны травостоя, в т.ч. вредителей, проводили методом кошения энтомологическим сачком (Фасулати, 1971). На каждой делянке – повторности каждого сортообразца делали по 10 двойных взмахов сачком. Такое количество в данных условиях покрывало всю площадь

делянки. В течение каждого сезона проведено по 2 учета: 1 – в фазы конца трубкования - начала колошения,; 2 – в фазу цветения.

Каждую пробу упаковывали, надписывали и фиксировали. Последующий анализ проб, с первичным определением и подсчетом насекомых проводили в лабораторных условиях с использованием бинокулярной лупы Stemi 508 Zeiss. При определении использовали определители насекомых (Танский и др., 2006; Великань и др., 1980; Плавильщиков, 1994). Детальность определения зависела от значимости группы: подробнее – до видов и групп близких видов определяли вредоносных фитофагов; остальные группы – преимущественно до семейств.

В фазы молочной – восковой спелости провели визуальный учет вредителей на колосьях. На каждой делянке просматривали по 10 колосьев с подсчетом тлей, трипсов.

В 2022 и 2023 гг инсектицидных обработок на данных коллекциях в течение сезона не проводили. В 2024 в фазу кущения сотрудниками станции проведена одна инсектицидная обработка препаратом Борея Нео для защиты всходов от хлебных блошек.

2.4 Диагностика злаковых трипсов : морфологическая и молекулярно-генетическая идентификация

По каждому сортообразцу в коллекции яровой мягкой пшеницы в каждой повторности просматривали по 10 случайно взятых колосьев с фазы колошения до конца фазы созревания. Трипсов собирали путем ручного лущения колосьев со стряхиванием на белую подложку и помещением мягкой кисточкой в 70% этиловой спирт для морфологической идентификации и в пробирки типа Эппендорф объемом 1,5мл, содержащие 80% этанол. Образцы хранили при -20 °С .

Морфологическая диагностика трипсов затруднена из-за их малых размеров, очень сходного строения тела разных видов и лёгкой потери отличительных признаков (Uzun Yiğit, 2024). Помимо этого, данный способ требует изготовления специальных микропрепаратов.

С помощью среды Хойера, готовили временные микропрепараты трипсов согласно стандартным методикам. Препаратов анализировали с помощью стереомикроскопа Zeiss Stemi 508 и светового микроскопа Zeiss Primo Star. При идентификации видов использовались определители (Bacci et al, 2008; Wang et al., 2018; Mound, 1976; Мещеряков, 1986).

Высокоточные и быстрые методы идентификации трипсов имеют решающее значение для создания эффективных стратегий борьбы с ними (Ribeiro-Junior et al., 2024). Для выделения ДНК из отдельных образцов трипсов был использован набор для выделения ДНК из тканей животных серии «ДНК-Экстран» (ЗАО «Синтол», Москва). Метод основан на обработке тканей образца протеиназой К с последующим удалением белков без экстракции органическими растворителями. Осаждение ДНК из очищенного раствора проводили изопропиловым спиртом с использованием гликогена в качестве соосадителя, что значительно увеличило конечный выход ДНК (Мазурин и др., 2010).

Амплификацию проводили с использованием в качестве мишени фрагмента митохондриального гена цитохром с-оксидазы I (COI). Для идентификации видов рода *Haplothrips sp.* применялись универсальные праймеры HCO-2198 и LCO-1490 (Folmer et al., 1994), а для идентификации представителей подотряда Terebrantia – праймеры mtD-7.2F и mtD-9.2R (Brunner et al., 2002) (Табл. 4). Полученные последовательности были депонированы в базу данных GenBank Национального центра биотехнологической информации (NCBI).

Таблица 4. Праймеры, использованные в исследовании

Праймеры	Олигонуклеотидная последовательность
HCO-2198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA
LCO-1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG
mtD-7.2F	ATTAGGAGCHCCHGAYATAGCATT
mtD-9.2F	CAGGCAAGATTAAAATATAAACTTCTG

Реакционная смесь включала в себя 2 мкл ДНК с концентрацией 10 нг/мкл, измеренной на спектрофотометре NanoDrop OneC (Thermo Scientific, США), 5 мкл 5X MasDDTaqMIX-2025 (Диалат ЛТД, Москва), 1 мкл каждого праймера с концентрацией 10 пг/мкл и воду для ПЦР до достижения 25 мкл. Реакцию

проводили в амплификаторе «T100 Thermal Cycler Bio-RAD» (Applied Biosystems, США). Условия амплификации включали начальную денатурацию при 95 °С в течение 5 мин, за которой следовало 35 циклов: денатурация при 95 °С (1 мин), отжиг при 56 °С (1 мин) и элонгация при 72 °С (1 мин), а завершающую элонгацию проводили при 72 °С в течение 10 мин (Мазурин и др., 2010). Затем 6 мкл продуктов ПЦР подвергали электрофорезу в 0,5% агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, а визуализацию проводили в системе документирования гелей Gel DocXR+ (Bio-Rad, США). Полученные ампликоны очищали с помощью набора реагентов для очистки ДНК из агарозных гелей и реакционных смесей CoIGen (ООО "Синтол", Москва), а секвенирование проводили на базе ООО "Синтол" методом Сэнгера. Полученные последовательности ДНК были отнесены к соответствующим видам трипсов на основе результатов морфологической идентификации. Дополнительно проводили сравнение полученных последовательностей с последовательностями других видов трипсов, доступных в базе данных GenBank.

После секвенирования последовательности выравнивали с помощью программы BioEdit. Выровненные последовательности анализировали в приложении BLAST NCBI. Эволюционная история была реконструирована методом ближайшего соседа (Neighbor-Joining) (Saitou, Nei, 1987). Показано оптимальное дерево. Проценты реплицированных деревьев, в которых соответствующие таксоны сгруппированы вместе в бутстреп-тесте (Footstep test) (Felsenstein, 1985), указаны рядом с ветвями. Эволюционный анализ проводили в MEGA 11 (Tamura et al., 2021).

2.5 Методика проведения опытов с инсектицидами

Исследования по оценке эффективности различных препаратов против вредителей пшеницы проводили в 2022-2023 гг. на базе селекционной опытной станции кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В качестве объекта исследований использовали посевы массового

размножения яровой мягкой пшеницы: в 2022 и 2023 годах работа велась на посевах сорта Памяти Коновалова.

В качестве контрольного варианта во все годы исследований применяли водное опрыскивание. В первые два года экспериментальная схема включала 5 вариантов обработки, среди которых особое внимание уделялось безопасным средствам защиты растений (Табл. 5).

В их число вошли натуральный растительный препарат МатринБио, ВР и биоинсектицид Фитоверм, КЭ. Для сравнительного анализа эффективности использовали неоникотиноидный препарат Искра Золотая, ВРК, выступавший в качестве эталона. В 2022 году дополнительно испытывали растительный препарат Табазол, П, а в 2023 году - инсектицид нового класса Теппеки, ВДГ, представляющий особый интерес благодаря своей высокой эффективности против тлей и трипсов, несмотря на отсутствие экологической безопасности.

Таблица 5. Характеристика препаратов, использованных в опыте.

Вариант (препарат)	Год	д.в., содержание	Класс инсектицидов
1. Контроль	2022-23	Вода	-
2. МатринБио, ВР	2022-23	матрин, 5 г/л	природный алкалоид
3. Фитоверм, КЭ	2022-23	аверсектин, С 2 г/л	авермектин
4. Искра Золотая, ВРК (стандарт)	2022-23	имidakлоприд, 200 г/л	неоникотиноид
5. Табазол, П	2022	никотин, 6 г/кг	растительный репеллент
6. Теппеки, ВДГ	2023	флониламид, 500г/кг	пиридинкарбоксамид

Учеты численности вредителей и обработку проводили на делянках размером 5 x 1 м., в 4-кратной повторности, размещенных рендомизировано. Опрыскивания проводили в период завязывания – налива зерна: 15.07 в 2022 г.; 21.07 в 2023 г. Во всех вариантах в рабочую жидкость добавляли поверхностно активное вещество – Полифем, 0,5 мл/л. Расход рабочей жидкости – 250 мл/5 кв.м, что соответствует норме – 500 л/га.

Учеты проводили накануне обработки и через 3, 7 и 14 дней после обработки в 2022 г.; через 4,7 и 12 дней после обработки в 2023 г ; через 4,8 и 14 дней после обработки в 2024 г.

Биологическую эффективность определяли по формуле Хендерсона-Тилтона. В итоге на опытных делянках оценивали показатели продуктивности: число и массу зерен в колосе.

В статистической обработке данных использовали оценку значимости различий средних значений по критерию парных сравнений t-Стьюдента и критерию множественных сравнений Тьюки; однофакторную и двухфакторную схемы дисперсионного анализа; оценку корреляции рангов по Спирмэну (Доспехов, 1985; Зайцев, 1973). В вычислениях пользовались программой Statistica 6.0

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Общий состав и динамика энтомофауны в селекционных коллекциях яровой пшеницы

Сведения об общем составе энтомофауны травостоя в посевах яровой пшеницы получены нами по данным 6 учетов насекомых кошением сачком в 2022-2024 гг.

Первый учет проводили в начале колошения, второй – в период цветения яровой пшеницы.

Несмотря на «островное» положение опытных полей академии внутри мегаполиса, состав энтомофауны достаточно разнообразен и вполне типичен для Нечерноземной зоны Центрального региона России (Гриценко, 2019)

В 2022 г. подавляющую долю энтомофауны травостоя составляли фитофаги, преимущественно – вредители злаков.

Среди них доминировали злаковые мухи (*Oscinella* spp.) и группа сосущих вредителей: клопы (*Trigonotylus ruficornis*), тли (*Sitobion avenae* и др.) и трипсы (*Haplothrips tritici* и др.).

Значительно уступали им хлебные блошки. Нейтральные для культуры фитофаги встречались единично.

В первом учете в комплексе фитофагов преобладали в основном шведские мухи, а ко 2 учету их численность уменьшилась.

Хлебный клопик во втором учете доминировал, в отличие от первого.

Численность злаковых тлей значительно возростала от колошения к цветению и была достаточной для анализа во вторых учетах.

Злаковые трипсы были достаточно многочисленны во всех учетах. В первых учетах встречались только имаго трипсов, во вторых учетах появлялись также личинки, и их численность выросла от колошения к цветению (Рис. 3).

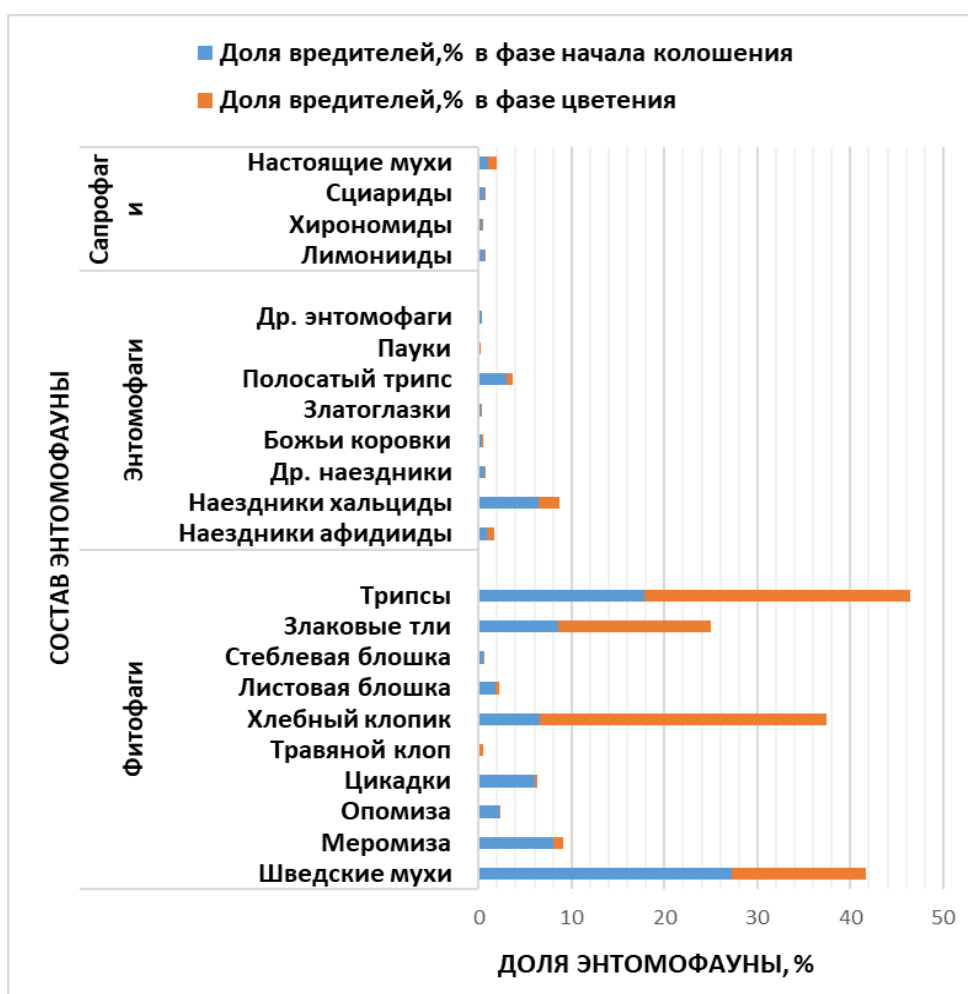


Рисунок 3. Состав энтомофауны (доля, %) в селекционных коллекциях яровой пшеницы 2022 г.

В 2023 году хлебный клоп доминировал в оба учетных периода. В 1 учете подавляющее большинство особей представлены фазой имаго, во 2 учете – заметно преобладали личинки. Травяной (луговой) клоп был многочисленным в 1 учете, где большинство составляли личинки, ко 2 учету его численность снизилась, доля имаго в составе заметно возросла. Единично встречались странствующий и остроголовый хлебный клопы.

Злаковые тли преимущественно представлены большой злаковой тлей, гораздо реже встречалась черемухово-злаковая тля. В 1 учете численность тлей невелика, большинство составляли крылатые самки. Ко 2 учету численность тлей резко увеличилась, в составе преобладали личинки. В этот период злаковые тли стали самой доминирующей группой.

Среди злаковых трипсов преобладали пшеничный и пустоцветный, в 1 учете нередко встречался собственно злаковый трипс. Наибольшая численность трипсов отмечена в 1 учете; подавляющее большинство составляли имаго. Ко 2 учету численность несколько снизилась, оставаясь довольно высокой; в составе преобладали личинки.

Численность цикадок невелика, в составе преобладали полосатая и темная цикадки, реже встречалась 6-точечная. Среди злаковых мух значительно преобладали шведские мухи; реже встречалась меромиза. Численность шведских мух относительно прошлых лет исследований умеренная, достигала заметного значения ко 2 учету. В ограниченной группе энтомофагов явное большинство в период 1 учета составляли хищные трипсы. Заметную долю в оба учета составляли наездники надсемейства хальцидовых и семейства афидиид. Реже встречались златоглазки, божьи коровки, журчалки (Рис. 4). Составляющие очень малую долю сапрофаги представлены сапротрофными комариками и настоящими мухами.

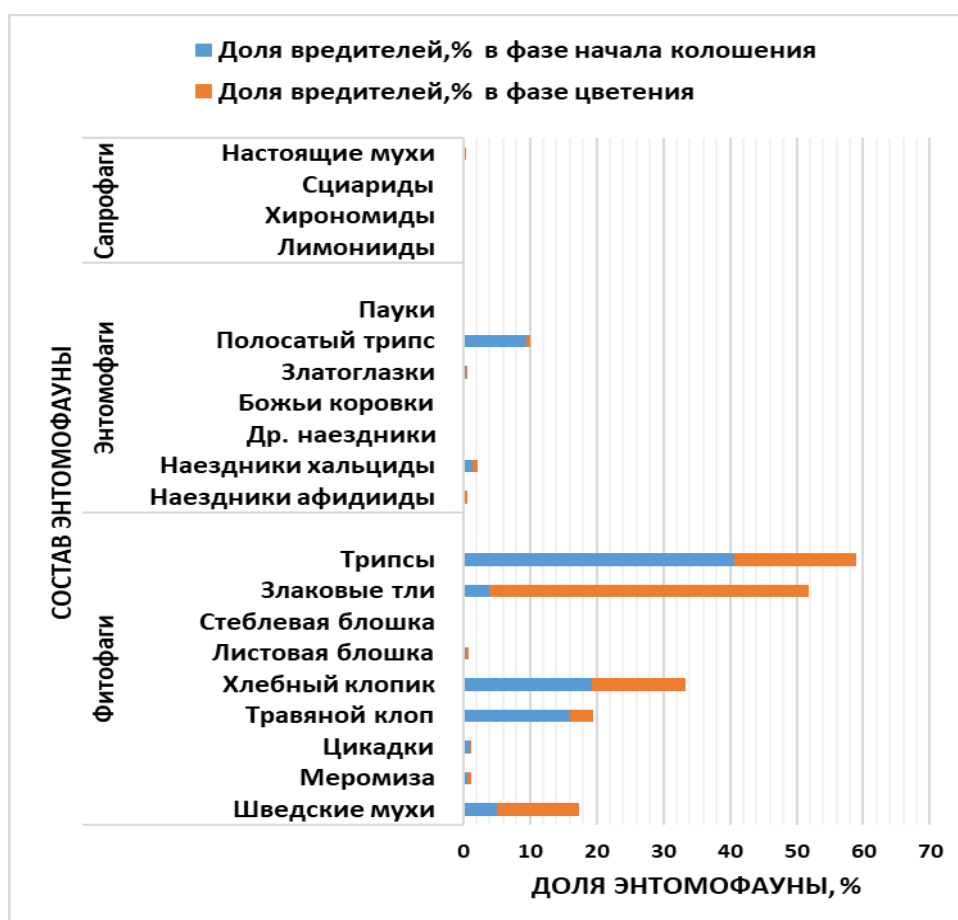


Рисунок 4. Состав энтомофауны (доля, %) в селекционных коллекциях яровой пшеницы 2023 г.

В общем составе сборов кошением сачком в фазу колошения яровой пшеницы в 2024 г. подавляюще преобладали фитофаги, составляя свыше 90% видов обнаруженных насекомых.

Среди них доминировали 4 группы: шведские мухи, хлебный клопик, злаковые тли и злаковые трипсы. В период учета хлебный клопик преимущественно представлен личинками (72,5%). Среди злаковых тлей преобладали крылатые самки (41,4%) и личинки (49,6%). Подавляющее большинство злаковых трипсов представлено фазой имаго (93,7%).

Доля энтомофагов невелика; среди них чаще встречались наездники и хищные трипсы. Сапрофаги (настоящие мухи и комарики) представлены незначительно. В сборах насекомых второго учета кошением сачком, проведенного в период цветения – завязывания яровой пшеницы, вредоносные фитофаги составили еще большую долю, а участие энтомофагов и сапрофагов стало весьма незначительным (Рис. 5).

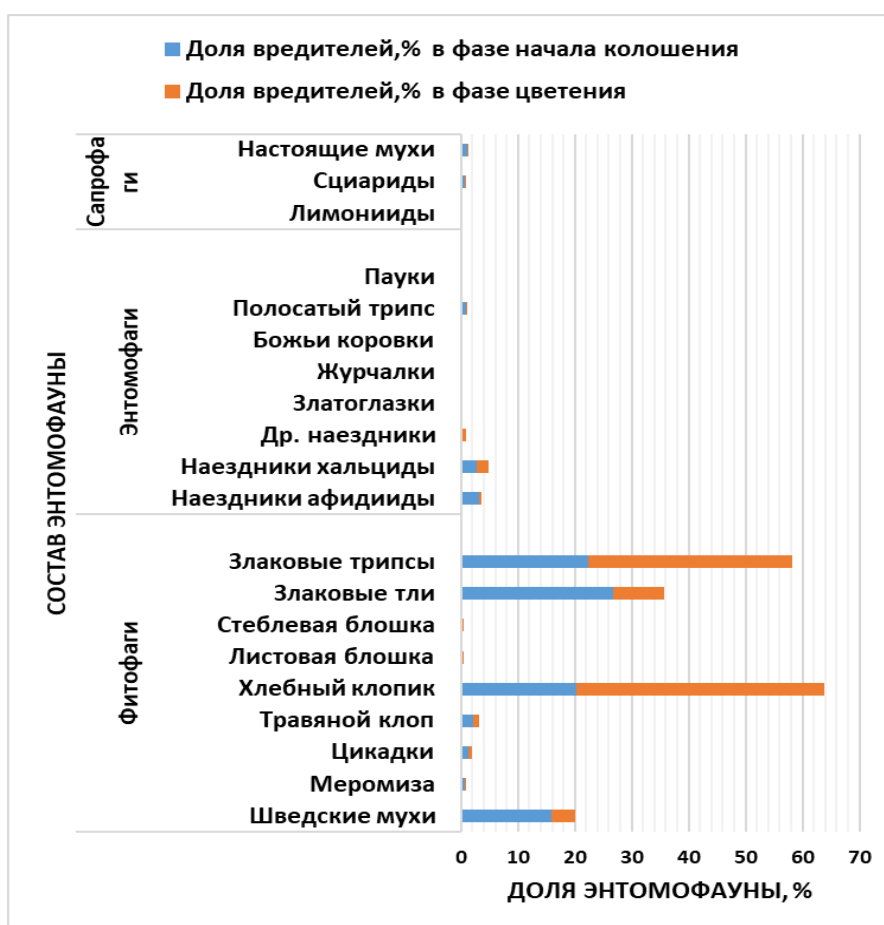


Рисунок 5. Состав энтомофауны (доля, %) в селекционных коллекциях яровой пшеницы 2024 г.

В итоге, среди вредителей яровой пшеницы выделялись 4 стабильно доминирующих объекта: хлебный клопик, злаковые тли, злаковые трипсы и шведские мухи. По отношению к ним далее (3.3) оценивали устойчивость сортов и линий яровой пшеницы.

3.2 Морфологическая и молекулярно-генетическая диагностика злаковых трипсов (Thysanoptera) на селекционных посевах яровой пшеницы

3.2.1 Морфологическая диагностика трипсов

На опытных посевах яровой пшеницы кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А Тимирязева 2022-2024 г. злаковые трипсы – одни из наиболее распространенных вредителей. Во все годы в фазы колошения – молочной спелости злаковые трипсы занимали второе место по обилию среди групп вредителей. Численность трипсов нарастала ко второй половине вегетации. В фазы кущения – выхода в трубку трипсы целиком представлены имаго, заселяющими посевы. В период налива – созревания зерна около 2/3 составляют личинки.

Трипсы обнаружены на всех сортах яровой пшеницы, выращиваемых на селекционной опытной станции. Они были представлены 10 видами из 2 подотрядов: 8 видов относятся к подотряду Яйцекладные – Terebrantia, из них 6 - к сем. Настоящие трипсы – Thripidae, 2 – к сем. Aelothripidae. Два вида относятся к подотряду Трубочхвостые – Tubulifera, сем. Безжилковые трипсы – Phlaothripidae (Табл. 6, Рис. 6).

Таблица 6. Видовой состав трипсов, собранных на яровой пшенице РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева

Вид	Латинское название	подотряд	семейство
Пшеничный трипс	<i>Haplothrips tritici</i> (Kurdjumov, 1912)	Tubulifera	Phloethripidae
Пустоцветный трипс	<i>Haplothrips aculeatus</i> (Fabricius, 1803)	Tubulifera	Phloethripidae
Обыкновенный трипс	<i>Frankliniella intonsa</i> (Trybom, 1895)	Terebranita	Thripidae
Тонкоусый трипс	<i>Frankliniella tenuicornis</i> (Uzel, 1895)	Terebranita	Thripidae
-	<i>Chirothrips molestus</i> (Priesner, 1926)	Terebranita	Thripidae
Полевой трипс	<i>Chirothrips manicatus</i> (Haliday, 1836)	Terebranita	Thripidae
Злаковый трипс	<i>Anaphothrips obscurus</i> (Müller, 1776)	Terebranita	Thripidae
Ржаной трипс	<i>limothrips denticornis</i> (Haliday, 1836)	Terebranita	Thripidae
Хищный трипс	<i>Aeolothrips intermedius</i> (Bagnall, 1933)	Terebranita	Aeolothripidae
Полосатый трипс	<i>Aeolothrips fasiatus</i> (Linnaeus, 1758)	Terebranita	Aeolothripidae

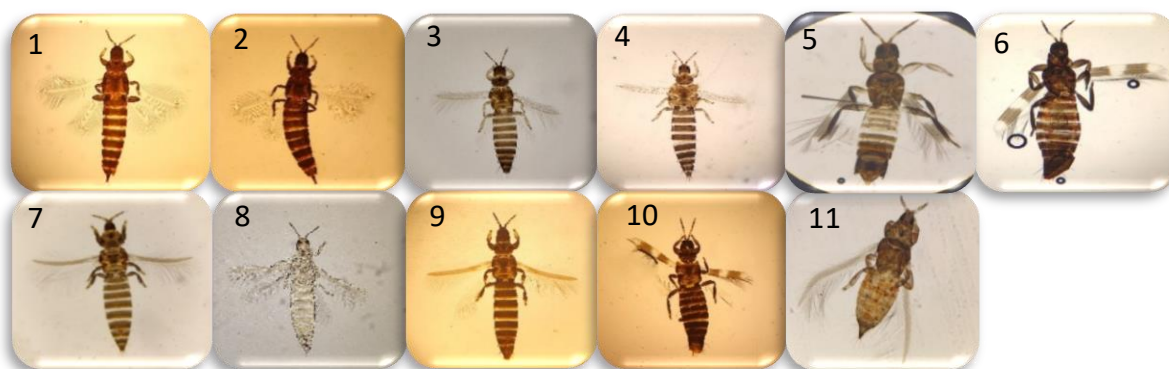


Рисунок 6. Виды трипсов, отмеченные в 2022-2024 г.: (1) *Haplothrips aculeatus*; (2) *Haplothrips tritici*; (3) *Frankliniella tenuicornis*; (4) *Frankliniella intonsa*; (5) *Aeolothrips fasiatus* (male); (6) *Aeolothrips fasiatus* (female); (7) *Chirothrips manicatus*; (8) *Anaphothrips obscurus*; (9) *Limothrips denticornis*; (10) *Aeolothrips intermeduis*; (11) *Chirothrips molestus*. (ориг.)

Наиболее часто встречающиеся виды: пустоцветный трипс - *Haplothrips aculeatus* и пшеничный трипс - *Haplothrips tritici*, составили 51.8% всех собранных экземпляров. Высокая численность тонкоусого трипса *Frankliniella tenuicornis* подтвердила роль яровой пшеницы в качестве его основного растения-хозяина. Остальные виды встречались лишь в среднем и малом количестве.

Пустоцветного и пшеничного трипсов отмечали в наибольшем количестве в фазу созревания яровой пшеницы, в отличие от остальных видов, преобладавших в фазы колошения и цветения. Самки ржаного трипса появляются на поле очень рано, до начала колошения пшеницы, и питаются листьями злаков. Появление обыкновенного трипса - *Frankliniella intonsa* на яровой пшенице может быть связано с наличием поблизости некоторых цветущих сорняков (Табл. 7).

Таблица 7. Видовой состав трипсов, собранных на яровой пшенице селекционной опытной станции РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева (2022-2024 г.)

№	Виды	Количество особей, шт./10 колосьев	Доля особей в общей численности трипсов, %
1	Пустоцветный трипс - <i>Haplothrips aculeatus</i>	310	31,2
2	Пшеничный трипс - <i>Haplothrips tritici</i>	205	20,6
3	Тонкоусый трипс - <i>Frankliniella tenuicornis</i>	180	18,1
4	Обыкновенный трипс - <i>Frankliniella intonsa</i>	124	12,5
5	Полевой трипс - <i>Chirothrips manicatus</i>	72	7,2
6	Хишный трипс - <i>Aeolothrips intermeduis</i>	49	4,9
7	Злаковый трипс - <i>Anaphothrips obscurus</i>	31	3,2
8	Ржаной трипс - <i>Limothrips denticornis</i>	22	2,2

Следует отметить наиболее характерные диагностические отличия между близкими и сходными внешне видами злаковых трипсов (Mound, 1976; Мещеряков, 1986). У двух наиболее массовых видов из семейства Phlaeothripidae, рода *Haplothrips* – пустоцветного и пшеничного трипсов основные различия касаются количества чувствительных щетинок – сенсилл на усиках и формы яйцевой трубки (Рис. 7).



Рисунок 7. Сравнительная морфология пустоцветного и пшеничного трипсов (а) Пустоцветный трипс, (b) Пшеничный трипс, (1) сенсиллы, (2) трубка (ориг.)

У пустоцветного трипса *Haplothrips aculeatus* – 3-й членик усиков с 1 сенсилью, 4-й членик – с 3 сенсиллами. Трубка несколько короче и шире, длиннее своей ширины в основании менее чем в 2.3 раза. У пшеничного трипса *Haplothrips tritici* 3-й членик усиков с 2 сенсиллами, 4-й членик – с 4 сенсиллами. Трубка несколько длиннее, длиннее своей ширины у основания в 1.9-2.7 раза.

Различия между двумя видами семейства Thripidae, рода *Frankliniella* – обыкновенным и тонкоусым трипсами касаются формы головы, формы и окраски усиков, наличия гребня на VIII тергите брюшка (Рис. 8)



Рисунок 8. Сравнительная морфология обыкновенного и тонкоусого трипсов а-Обыкновенный трипс, б-Тонкоусый трипс. (1) голова; (2) усики; (3) гребень на VIII тергите. (ориг.)

У трипса обыкновенного *Frankliniella intonsa* – голова впереди глаз не вытянута. Усики короче и толще. Основание 5-го членика усика желтое. На VIII тергите брюшка развит гребень.

У трипса тонкоусого *Frankliniella tenuicornis* – голова впереди глаз заметно вытянута, усики длинные и тонкие. 5-й членик усика бурый, 3-й и 4-й членики жёлтые. Гребень на заднем крае VIII тергита не развит (Каррум, Гриценко, 2023).

3.2.2 Сравнение морфологического и молекулярно-генетического методов диагностики трипсов

Результаты показывают, что взрослые особи *Frankliniella tenuicornis* были успешно идентифицированы как по морфологическим, так и по данным секвенирования COI (*F. tenuicornis*) (Табл. 8, Рис. 9).

Молекулярно-генетический анализ подтвердил морфологическую идентификацию нескольких видов имаго трипсов (Табл. 7), ранее сложных для диагностики исключительно по морфологическим признакам (пшеничный трипс - *Haplothrips tritici*, пустоцветный трипс - *Haplothrips aculeatus*, тонкоусый трипс -

Frankliniella tenuicornis, злаковый трипс - *Anaphothrips obscurus*. В анализ включен также хищный трипс - *Aeolothrips intermedius*).

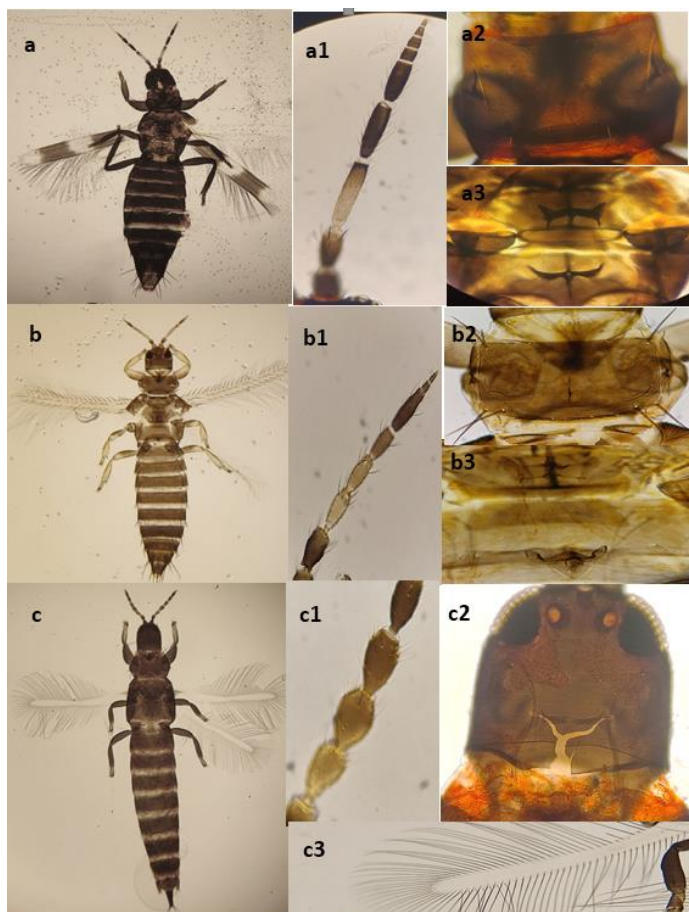


Рисунок 9. Морфологические признаки имаго трипсов, используемые для видовой диагностики а. *Aeolothrips intermedius*., a1. усики (Сенсиллы)., a2. Переднеспинка. a3. Фурка., б. *Frankliniella tenuicornis*., b1. усики (Сенсиллы), b2. Переднеспинка., b3. Фурка., в. *Haplothrips tritici*., c1. усики (Сенсиллы), c2. Голова (максиллярные стилеты, максиллярный мостик), c3. Крыло (ориг.)

Однако личинки *F. tenuicornis* могли быть идентифицированы только с помощью анализа последовательности COI, поскольку морфологическая идентификация оказалась недостаточно информативной, что связано с отсутствием определительных ключей для личинок трипсов.

Эта закономерность наблюдалась и для других видов: личинок *Anaphothrips obscurus* возможно было идентифицировать только при помощи метода

секвенирования COI, тогда как взрослые особи *Aeolothrips intermedius* были идентифицированы обоими методами.

Таблица 8. Сравнение морфологического и молекулярно-генетического методов идентификации видов трипсов на различных стадиях развития

Виды трипсов	Результат по морфологической диагностике	Результат по молекулярно-генетической диагностике	Номера депонирования последовательностей в Genbank
<i>Haplothrips tritici</i> (личинка)	не определены	<i>H. tritici</i>	PV012523
<i>Haplothrips aculeatus</i> (личинка)	не определены	<i>H. aculeatus</i>	PV017697
<i>Anaphothrips obscurus</i> (личинка)	не определены	<i>A. obscurus</i>	PV017702
<i>Frankliniella tenuicornis</i> (личинка)	не определены	<i>F. tenuicornis</i>	PV017695
<i>Frankliniella tenuicornis</i> (имаго)	<i>F. tenuicornis</i>	<i>F. tenuicornis</i>	PV017701
<i>Haplothrips tritici</i> (имаго)	<i>H. tritici</i>	<i>H. tritici</i>	PV013676
<i>Aeolothrips intermedius</i> (имаго)	<i>A. intermedius</i>	<i>A. intermedius</i>	PV017698

Аналогично, личиночные стадии *Haplothrips aculeatus* и *H. tritici* могли быть достоверно идентифицированы только с помощью последовательностей COI, тогда как взрослые особи обоих видов были идентифицируемы как по морфологическим признакам, так и по секвенированию COI.

3.2.3 Оценка филогенетического родства видов трипсов

Филогенетическое дерево, построенное в данном исследовании, позволяет получить представление об эволюционных связях между проанализированными образцами трипсов и ранее идентифицированными последовательностями, полученными из базы данных GenBank. Молекулярное сравнение, основанное на данных секвенирования, выявило кластерные паттерны, которые отражают генетическое сходство и потенциальные таксономические связи внутри различных семейств трипсов. Наши образцы, обозначенные жирным шрифтом на филогенетическом дереве, занимают четкие позиции среди близкородственных

последовательностей, что указывает на их генетическую близость к известным видам (Рис. 10).

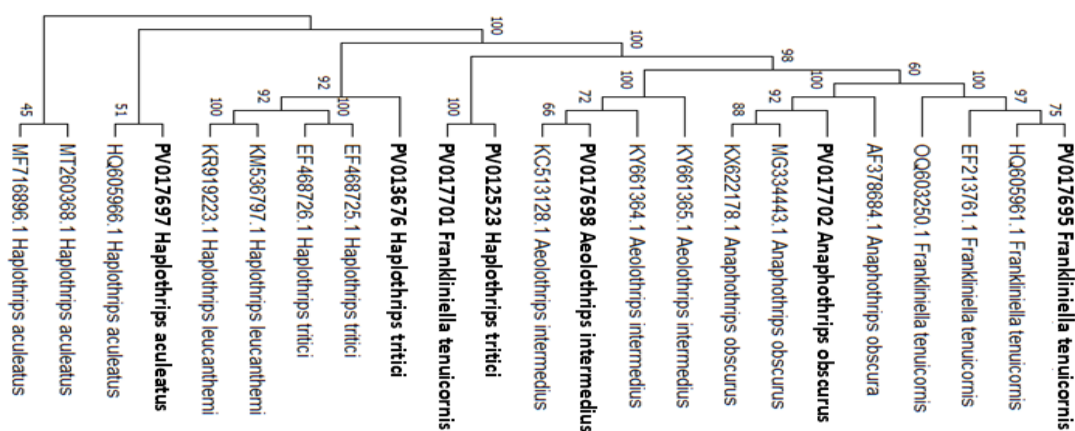


Рисунок 10. Филогенетическое древо, построенное методом ближайшего соседа (Neighbor-Joining) по данным о последовательности гена COI, с использованием Mega 11.

PV017695 (*Frankliniella tenuicornis*) образует кластер с несколькими последовательностями *F. tenuicornis* из GenBank с высокой поддержкой бутстрепа (75–100), что подтверждает его правильную таксономическую классификацию и минимальное генетическое расхождение с ранее идентифицированными популяциями. Аналогично PV017702 (*Anaphothrips obscurus*) тесно сгруппирован с другими последовательностями *A. obscurus*, формируя хорошо поддерживаемый клад (значение бутстрепа 92), что указывает на генетическую стабильность внутри этого вида.

Образец PV017698 (*Aeolothrips intermedius*) группируется с последовательностями *A. intermedius* из GenBank при умеренной и высокой поддержке бутстрепа (66–100). Это кластеризация подтверждает идентификацию на уровне вида, но также указывает на возможную генетическую изменчивость или расхождение популяций внутри *A. intermedius*.

Примечательна кластеризация PV012523 (*Haplothrips tritici*) с PV017701 (*Frankliniella tenuicornis*) с поддержкой бутстрепа 100. Она указывает на высокий уровень генетического сходства между этими двумя образцами, несмотря на их принадлежность к разным родам и семействам (Phloethripidae и Thripidae).

PV017697 (*Haplothrips aculeatus*) образует отдельный подкластер с последовательностями *H. aculeatus* из GenBank, хотя и с относительно низкой поддержкой бутстрепа (45–51). Это может указывать на более высокую степень генетического расхождения внутри этого вида, возможно, из-за географических или экологических вариаций.

Оценка эволюционной дивергенции между парами последовательностей в разных группах является фундаментальным методом молекулярной филогенетики, который позволяет получить представление о генетических расстояниях и эволюционных взаимоотношениях между родами.

Количество замен оснований на сайт между последовательностями показано в таблице 9. Анализ проводился с использованием модели Кимуры с двумя параметрами (Kimura, 1980).

В данном анализе участвовало 8 нуклеотидных последовательностей. Учитывались кодоновые позиции 1+2+3+Некодирующие. Все неоднозначные позиции были удалены для каждой пары последовательностей (опция попарного удаления).

В итоговом наборе данных было 810 позиций. Попарные генетические расстояния между четырьмя родами представлены в таблице 9, при этом среднее генетическое расстояние варьировало.

Таблица 9. Оценки эволюционной дивергенции по парам последовательностей между группами

	<i>Haplothrips</i>	<i>Frankliniella</i>	<i>Anaphothrips</i>	<i>Aeolothrips</i>
<i>Haplothrips</i>				
<i>Frankliniella</i>	0.885			
<i>Anaphothrips</i>	1.215	1.141		
<i>Aeolothrips</i>	1.360	1.498	0.435	

Результаты показывают наименьшее генетическое расстояние между *Aeolothrips* и *Anaphothrips* (0,435), в противоположность наибольшему генетическому различию между *Aeolothrips* и *Frankliniella* (1,498). Относительно

большие расстояния, разделяющие *Anaphothrips* и *Aeolothrips* от *Haplothrips* и *Frankliniella*, подчеркивают значительную генетическую обособленность этих родов.

3.3 Анализ заселения вредителями селекционных коллекций яровой пшеницы

3.3.1 Анализ заселения вредителями генетической коллекции яровой пшеницы

Для анализа заселения коллекции яровой пшеницы рассматривали 4 доминирующие группы вредителей: шведские мухи *Oscinella* sp.; хлебный клопик *Trigonotylus ruficornis*; злаковые тли, в подавляющем большинстве – большая злаковая тля *Sitobion avenae*; злаковые трипсы – пшеничный *Haplothrips tritici*, пустоцветный *Haplothrips aculeatus*, тонкоусый *Frankliniella tenuicornis*.

Шведские мухи были стабильно значимой группой во всех учетах, кроме первого в 2023 г.

Хлебный клопик доминировал во всех учетах, кроме первого в 2022 г; причем в первых учетах преобладали имаго, во вторых учетах – личинки.

Численность злаковых тлей значительно возрастала от колошения к цветению и была достаточной для анализа во вторых учетах.

Злаковые трипсы были достаточно многочисленны во всех учетах. В первых учетах встречаются только имаго трипсов, во вторых учетах появляются также личинки. В 2022 г. численность трипсов растет от колошения к цветению; в 2023 г., напротив – снижается.

В течение трех лет в генетической коллекции яровой пшеницы проведено по два регулярных учета численности вредителей кошением сачком в фазу колошения и фазы цветения – завязывания зерновок, а также по одному визуальному учету численности вредителей на колосьях в фазы молочной – восковой спелости зерна.

Данные учетов кошением сачком анализировали по всем основным вредоносным объектам.

В визуальных учетах рассматривали численность злаковых тлей и трипсов.

Таким образом, всего за период исследований, по шведским мухам и хлебному клопику проведено 6 учетов; по злаковым тлям и трипсам – 9 учетов.

Оценку заселения сортовых образцов вредителями проводили отдельно по каждому учету и блоку коллекции для объектов, имеющих достаточный для статистического анализа фон численности. Поэтому, заселение коллекции каждым из вредителей удалось проанализировать не в каждом учете.

В целом, на протяжении наблюдений численность шведских мух сохранялась на относительно стабильном умеренном уровне.

Численность сосущих вредителей – клопов, тлей и трипсов чрезвычайно варьировала по годам и учетам (Рис. 11).

Амплитуда колебаний достигала 30-кратного уровня. По данным учетов кошением сачком численность хлебного клопика достигала высоких значений ко второму учету в 2022 году и, особенно, в 2024 году.

Злаковые тли имели максимальную численность во втором учете 2023 года.

Высокая численность злаковых трипсов наблюдалась в первом учете 2023 года и, максимальная во втором учете 2024 года (Karroum, Grytsenko, 2025).

В визуальных учетах наибольшая, хотя и умеренная численность злаковых тлей на колосьях, была в 2022 году.

Высокая и нарастающая численность злаковых трипсов отмечалась в 2023-2024 годах.

В наиболее концентрированном виде влияние годичных колебаний и сортового (генотипического) состава коллекции на численность вредителей можно выразить путем двухфакторного дисперсионного анализа данных обобщенных по учетам в пределах года и блокам коллекции (Табл. 10).

Отмеченные выше тенденции влияние годичных колебаний и сортового (генотипического) состава коллекции на численность вредителей доказаны двухфакторным дисперсионным анализом данных обобщенных по учетам в пределах года и блокам коллекции при $P < 0,01$ и $P < 0,001$.

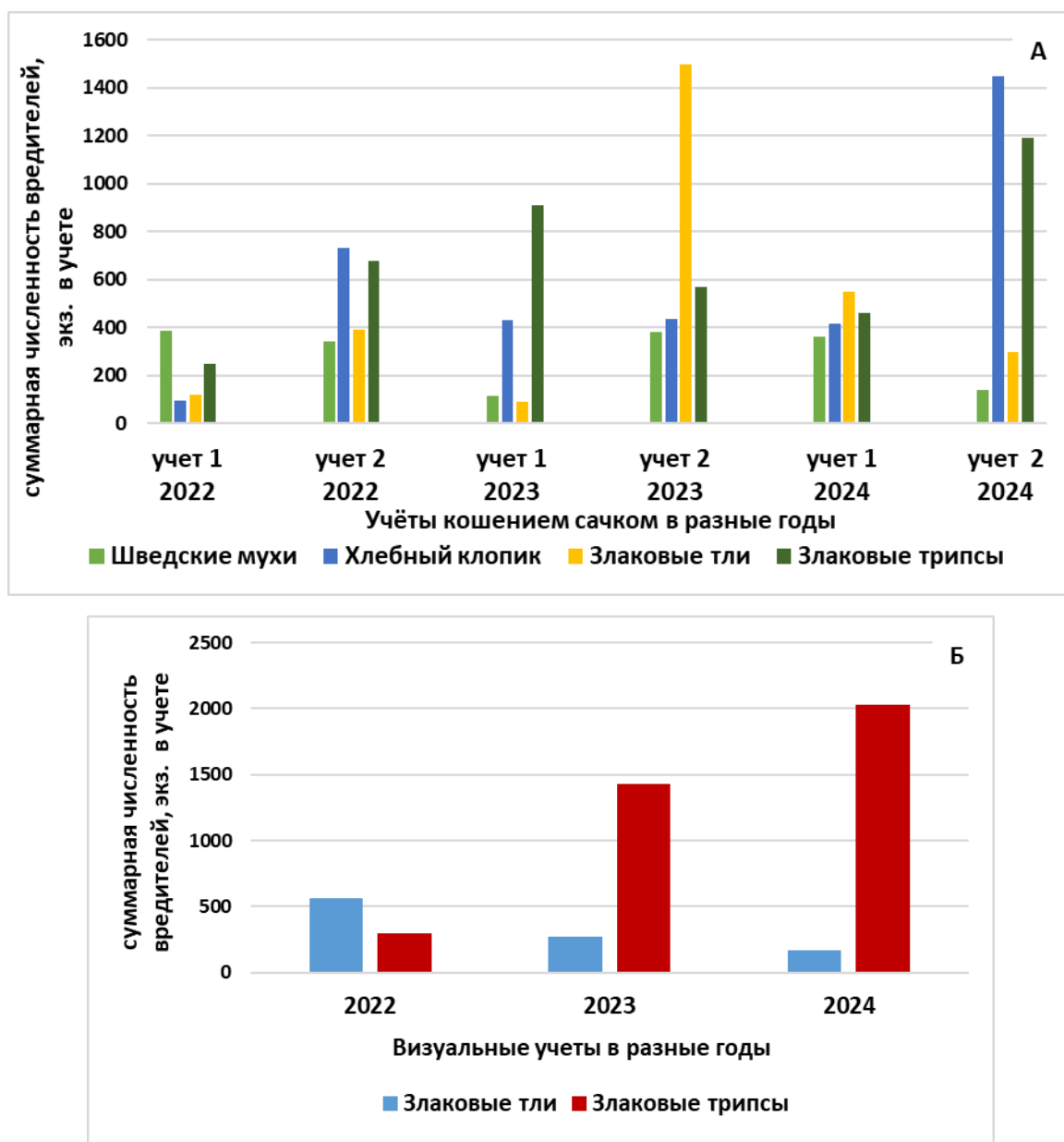


Рисунок 11. Колебания суммарной численности вредителей в учетах кошением сачком и в визуальных учетах на колосьях

А – учеты кошением сачком

Б – визуальные учеты

Годичные колебания, будучи несущественными для численности шведских мух, играют ведущую роль для численности сосущих вредителей. Однако на этом фоне всегда значимо влияние сортов и линий (генотипов) коллекции, ее генетической гетерогенности.

Это доказывает обоснованность задачи выделения устойчивых к вредителям сортов и линий. Также всегда значимы и нередко сопоставимы по эффектам сортов

компоненты взаимодействия, отражающие лабильность проявления устойчивости сортов в разные годы.

Таблица 10. Двухфакторный дисперсионный анализ численности вредителей в учетах кошением сачком в 2022-24 гг

Фактор	SS	Df	MS	F
	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера, * значимость
Шведские мухи				
А. Годы	12,0	2	6,0	1,40
В. Генотип	773,4	44	17,6	4,09***
АВ. Взаимодействие	698,5	88	7,9	1,83**
Е. Ошибка	1157,3	270	4,3	-
Хлебный клопик				
8382,7	2	4191,4	504,9***	
948,9	44	21,6	2,60***	
1343,3	88	15,3	1,84***	
2246,7	270	8,3	-	
Злаковые тли				
А. Годы	7164,6	2	3582,3	511,8***
В. Генотип	780,9	44	17,7	2,53***
АВ. Взаимодействие	1537,8	88	17,5	2,50***
Е. Ошибка	1894,8	270	7,0	-
Злаковые трипсы				
А. Годы	5062,8	2	2531,4	284,4***
В. Генотип	1194,8	44	27,2	3,06***
АВ. Взаимодействие	2006,3	88	22,8	2,56***
Е. Ошибка	2404,7	270	8,9	-

Условные обозначения: * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$

Аналогичный двухфакторный дисперсионный анализ заселения генетической коллекции яровой пшеницы по данным визуальных учетов тлей и трипсов на колосьях в 2022-2024 гг. при объединении блоков продемонстрировал сходную картину (Табл. 11).

Компоненты дисперсии сортов и взаимодействия значимы, но менее выражены для злаковых тлей и сильнее проявляются для злаковых трипсов (Гриценко, Каррум, 2025а).

Таблица 11. Двухфакторный дисперсионный анализ численности вредителей по данным визуальных учетов на колосьях в 2022-2024 гг.

Фактор	SS Сумма квадратов	df Число степеней свободы	MS Средний квадрат	F Критерий Фишера, * значимость
Злаковые тли				
А. Годы	1285,0	2	642,5	86,8***
В. Генотип	545,1	44	12,4	1,68*
АВ. Взаимодействие	896,5	88	10,2	1,38*
Е. Ошибка	1988,7	270	7,4	-
Злаковые трипсы				
А. Годы	12144,9	2	6072,4	158,1***
В. Генотип	16294,2	44	370,4	9,64***
АВ. Взаимодействие	11452,2	88	130,1	3,39***
Е. Ошибка	10380,7	270	38,4	-

Условные обозначения: * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$

3.3.2 Дифференциация генетической коллекции яровой пшеницы по заселению вредителями на основе суммарных данных

За 3 года исследований в 3 блоках генетической коллекции яровой пшеницы всего проведено 6 учетов вредителей кошением сачком (ежегодно – в фазу колошения и фазу цветения) и 3 визуальных учета тлей и трипсов на колосьях в фазы молочной – восковой спелости.

Анализ результатов исследований дает большой и очень неоднородный, варьирующий спектр частных оценок устойчивости образцов коллекции по заселению их вредителями.

Не во всех учетах возможен анализ дифференциации сортов по заселению всеми изучаемыми вредителями, поскольку общий фон численности может быть для этого недостаточен.

Иногда фон численности вредителей существенно различался в разных блоках коллекции.

В учетах кошением сачком значительно различались данные полученные в разные фазы развития растений в разные годы. Результаты частных оценок заселения сортовых образцов генетической коллекции вредителями приведены в приложениях А-И.

С целью обобщения, нивелирования и получения большей компактности анализируемых материалов предпринято суммирование данных по учетам и годам в пределах каждого из двух типов учетов. При этом получены суммарные и эквивалентные показатели по 3 повторностям каждого сортового образца – общая численность определенных вредителей за весь период исследований. Для учетов кошением сачком это – численность насекомых на 60 взмахов сачком, а для визуальных учетов – численность насекомых на 30 колосьев.

При проведении дифференциации образцов объединяли блоки коллекции и рассматривали выделяемые образцы не на фоне 15 в каждом блоке, а на фоне всех 45 образцов коллекции.

Шведские мухи. Слабо заселенные (устойчивые): № 15 (с. Ирень); № 17 (линия 57 Лисий Хвост); №21 (с. М андарина); №23 (с. Злата) (Рисунок 12).

Хлебный клопик. Слабо заселенные (устойчивые): № 6 (с. Обская 2); №17 (линия 57 Лисий Хвост); №25 (линия 23); №26 (линия 35); №30 (линия 67) (Рисунок 13).

Злаковые тли. Слабо заселенные (устойчивые): № 9 (с. Алтайская Жница); № 12 (с. Фаворит); №20 (с. Гранова); №28 (линия 65); №34 (линия 150) (Рисунок 14).

Злаковые трипсы. Слабо заселенные (устойчивые): № 19 (с. Арабелла); №20 (с. Гранова); №24 (с. Канюк); №31 (линия 70); №44 (линия 221) (Рисунок 15).

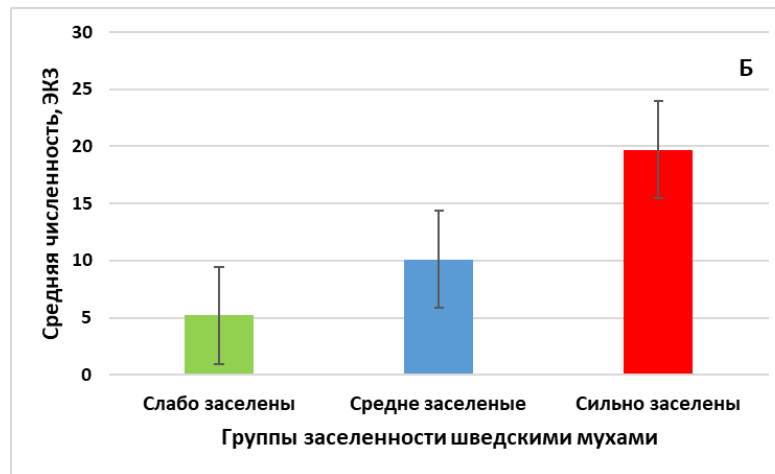
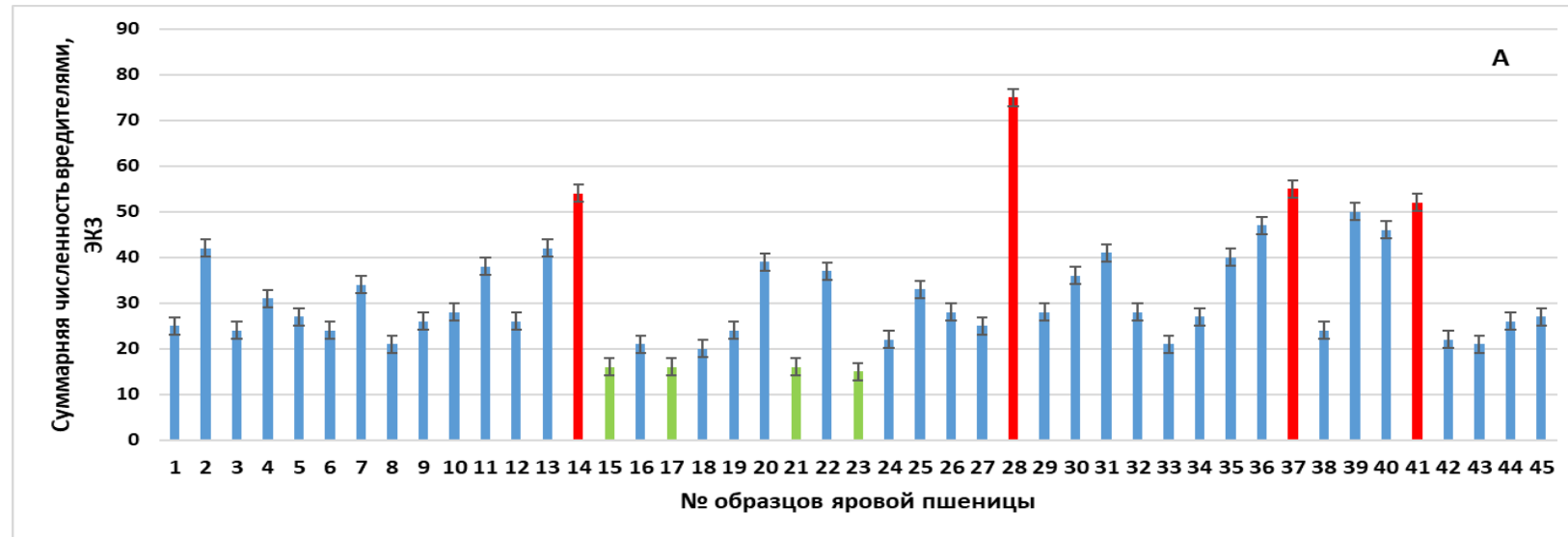


Рисунок 12. Суммарные (2022-2024 гг.) данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы шведскими мухами в учетах кошением сачком.

А. Заселенность вредителями сортов и линий

Б. Дифференциация коллекции по степени заселения вредителями

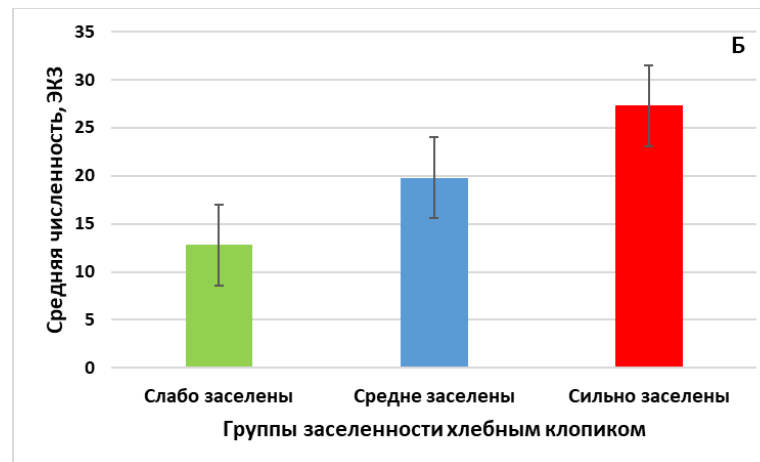
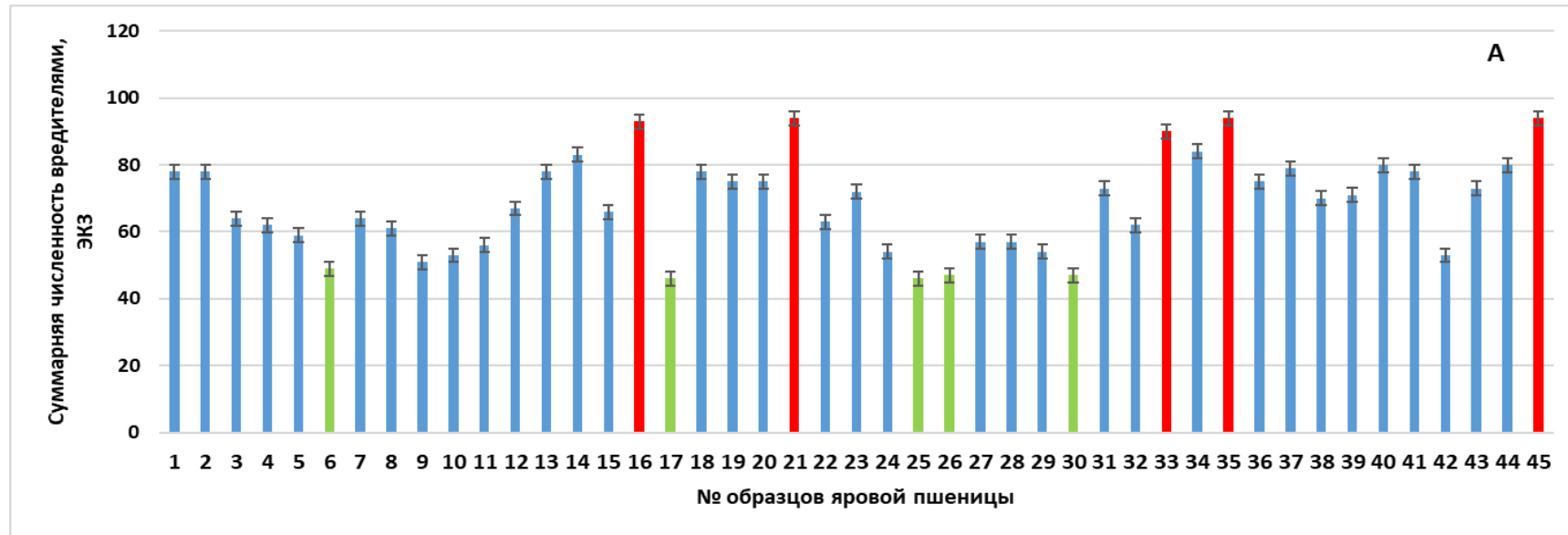


Рисунок 13. Суммарные (2022-2024 гг.) данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы хлебным клопиком в учетах кошением сачком.

А. Заселенность вредителями сортов и линий.

Б. Дифференциация коллекции по степени заселения вредителями.

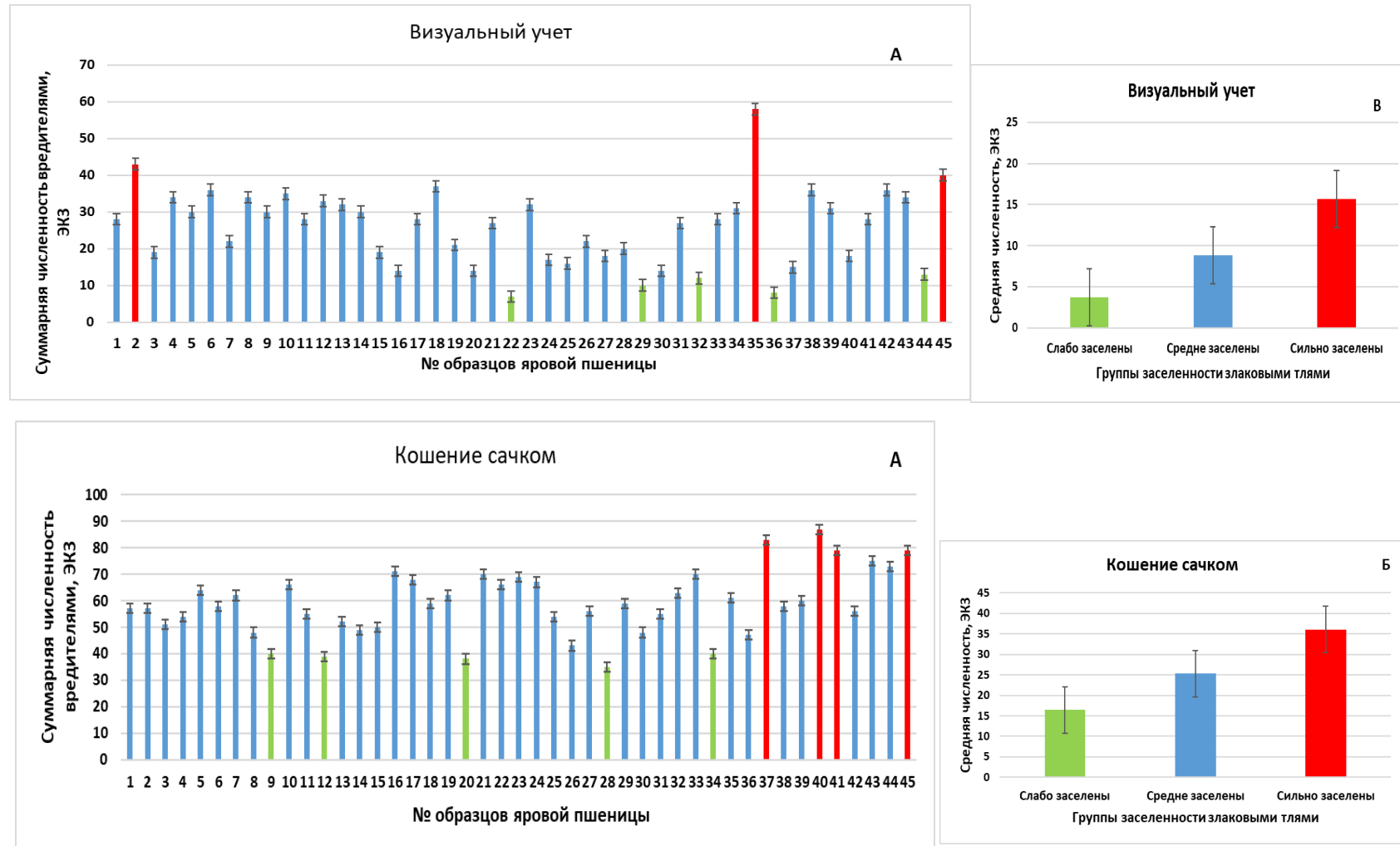


Рисунок 14. Суммарные (2022-2024 гг.) данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы злаковыми тлями в учетах кошением сачком и визуальных учетах.

А. Заселенность вредителями сортов и линий.

В. Дифференциация коллекции по степени заселения вредителями.

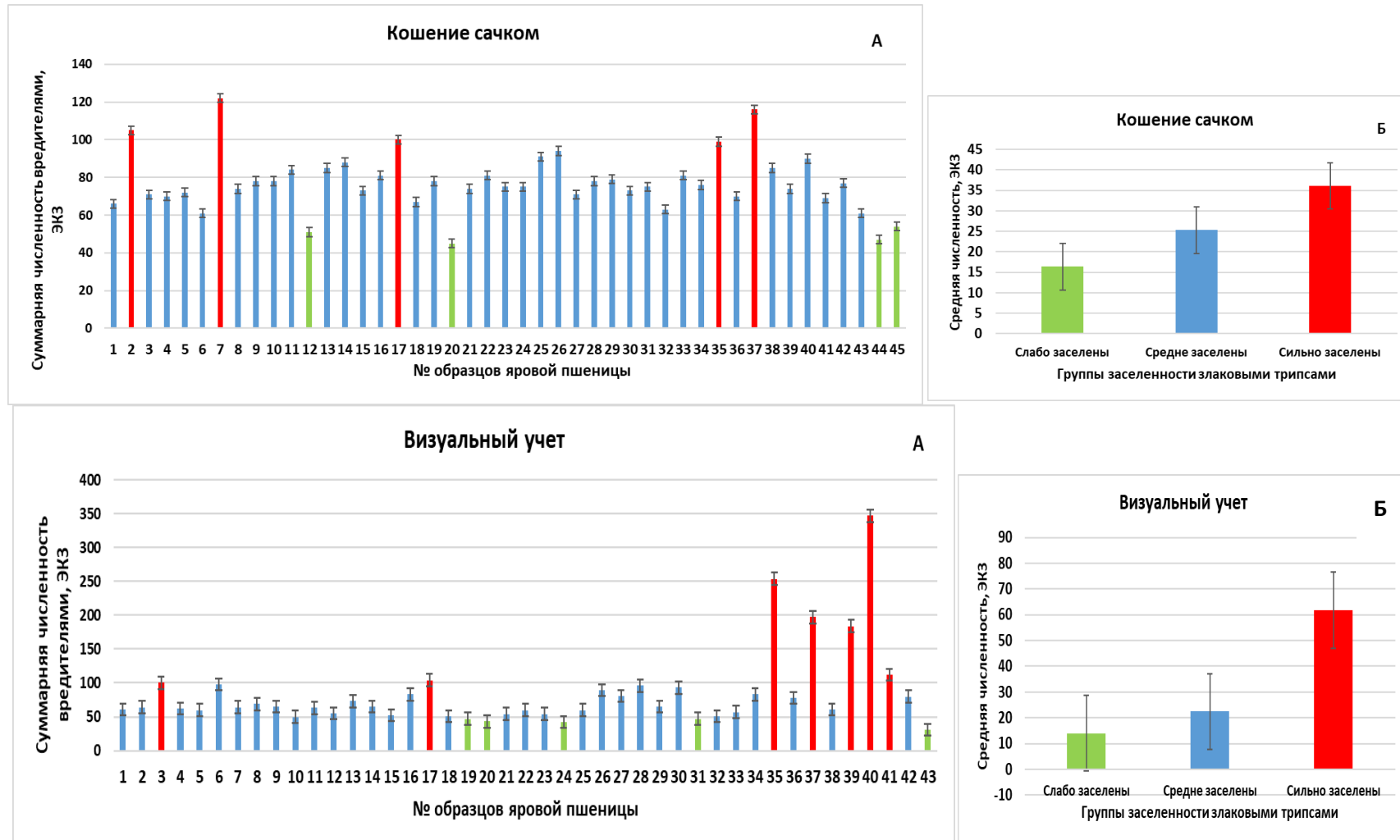


Рисунок 15. Суммарные (2022-2024 гг.) данные по заселению генетической коллекции яровой пшеницы злаковыми трипсами в учетах кошением сачком и визуальных учетах.

А. Заселенность вредителями сортов и линий.

Б. Дифференциация коллекции по степени заселения вредителями.

По данным селекционных исследований некоторые из выделенных по устойчивости к вредителям, сортов и линий отличаются также другими хозяйственно ценными признаками. Так, сорт Фаворит, устойчивый к злаковым тлям, оказывается среди наиболее урожайных (Наджодов и др., 2023). Сорта Фаворит и Мандарина (устойчива к шведским мухам), линия 23 (устойчива к хлебному клопику) и линия 70 (устойчива к трипсам) имеют высокую устойчивость к мучнистой росе. Сорт Обская 2 (устойчив к хлебному клопику) также устойчив к бурой ржавчине и септориозу (Наджодов и др, 2024; Наджодов, Рубец, 2025).

3.3.3 Оценка связей между уровнем заселения сортов генетической коллекции яровой пшеницы разными вредителями

Для выяснения наличия и характера связей между заселением сортов яровой пшеницы разными вредителями, по суммарным данным учетов кошением сачком 2022-2024 гг. проведена оценка коэффициентов ранговой корреляции по Спирмэну - ρ (Табл. 12).

Таблица 12. Значения коэффициентов ранговой корреляции по Спирмэну – ρ между уровнями заселения сортов генетической коллекции яровой пшеницы разными вредителями.

Вредители	Шведские мухи	Хлебный клопик	Злаковые тли	Злаковые трипсы
Шведские мухи	1,0	+0,08	-0,19	+0,26
Хлебный клопик	-	1,0	+0,37**	-0,07
Злаковые тли	-	-	1,0	+0,06
Злаковые трипсы	-	-	-	1,0

** - корреляция статистически значима ($P < 0,01$)

Результаты показывают, что в целом, корреляции заселения сортов (т.е. устойчивость) различными вредителями мала и в большинстве случаев, незначительна.

Существенного уровня она достигает только между хлебным клопиком и злаковыми тлями. К этому уровню приближается корреляция между шведскими мухами и злаковыми трипсами. Но и в этих случаях корреляция сравнительно слабая.

Оценка связи между заселением сортов тлями и трипсами по данным визуальных учетов показывает такую же низкую корреляцию - $+0,07$.

Таким образом, устойчивость сортов генетической коллекции яровой пшеницы проявляется достаточно специфично в отношении к разным вредителям. Тем не менее, в коллекции обнаруживаются отдельные сорта, одновременно устойчивые к разным группам вредителей.

3.3.4 Корреляции рейтинговых оценок заселения сортов генетической коллекции яровой пшеницы, полученных при разных методах учета

Две группы сосущих вредителей, злаковых тлей и злаковых трипсов, в разные фазы развития посевов учитывали двумя разными методами: кошением энтомологическим сачком и визуальным учетом, со стряхиванием насекомых с колосьев.

Естественно представляет интерес оценка связей между результатами, полученными в разные фазы разными способами.

С этой целью по суммарным данным в двух типах учетов оценивали коэффициенты корреляции рангов по Спирмэну – ρ . Для злаковых тлей эта корреляция практически отсутствует ($\rho = -0,001$), тогда как для злаковых трипсов она невысока, но статистически значима ($\rho = +0,39$; $P < 0,01$).

Злаковые тли значительно более лабильны и динамичны по скорости развития и размножения, нежели трипсы, поэтому за период между учетами кошением сачком (колошение – цветение) и визуальным учетом (налив зерна – восковая спелость) у них проходят гораздо большие изменения в динамике численности. Этим могут объясняться полученные результаты.

Во всяком случае, следует иметь в виду, что оценки, полученные разными методами достаточно специфичны и далеко не идентичны.

3.3.5 Корреляции рейтинговых оценок заселения сортов генетической коллекции яровой пшеницы, полученных в разные годы исследований

Таблица 13. Значения коэффициентов ранговой корреляции по Спирмэну – ρ между уровнями заселения сортов генетической коллекции яровой пшеницы вредителями по данным учетов кошением сачком в разные годы.

Вредители /Годы	2022-2023	2023-2024	2022-2024
Шведские мухи	+0,20	+0,42***	+0,30*
Хлебный клопик	+0,14	+0,04	+0,26
Злаковые тли	-0,33**	+0,25	-0,25
Злаковые трипсы	+0,07	+0,23	-0,17

Уровни статистической значимости: * - $P < 0,05$, *** - $P < 0,001$

Ведущим фактором заселения сортов генетической коллекции вредителями, как было отмечено ранее (ссылка на таблицу дисперсионного анализа), являются годы, значительно отличавшиеся погодно-климатическими условиями и уровнем общего фона численности разных вредителей. Сорта коллекции – существенный, но уступающий годичному влиянию фактор. Кроме того, имеет значение взаимодействие этих факторов.

Оценки корреляции рангов по заселению вредителями сортов коллекции в различные годы (Табл. 13) подтверждают эту тенденцию.

Наиболее стабильна годичная динамика численности у шведских мух. Именно у них отмечаются положительные значимые корреляции результатов разных лет.

Для сосущих вредителей, с их гораздо более варьирующей по годам численностью оценки корреляций варьируют от положительных до отрицательных и почти всегда недостоверны.

Значимая отрицательная корреляция ранговых оценок для злаковых тлей наблюдается при сравнении данных 2022 г. с наименьшим уровнем численности и 2023 г. с максимальным уровнем численности.

Следует отметить, что в год депрессии, на фоне общей низкой численности разрешающая способность оценок снижается.

Это подчеркивает большую обоснованность выделения устойчивых сортов по суммарным за годы исследования данным.

3.3.6 Характеристика заселения вредителями коллекции эндемичных видов пшеницы

Общий состав вредителей на посевах зерновых культур РГАУ-МСХА вполне типичен для северной части Центрального региона России. В год исследований на коллекции эндемичных видов пшеницы в составе доминировали 4 основные группы вредителей.

Наиболее распространенными представителями злаковых мух были шведские мухи *Oscinella* sp., внутрестебловые вредители молодых побегов. Остальные группы относятся к сосущим вредителям на листьях, побегах и колосьях: хлебный клопик *Trigonotylus ruficornis*, тли, представленные преимущественно большой злаковой тлей *Sitobion avenae* и злаковые трипсы, среди которых преобладали трипс пшеничный *Haplothrips tritici*, пустоцветный *Haplothrips aculeatus* и тонкоусый *Frankliniella tenuicornis* (Каррум, Гриценко, 2023).

При учете кошением сачком в фазу колошения – цветения все 4 группы вредителей были достаточно многочисленны для анализа заселения растений.

Кошением сачком у шведских мух учитывали численность имаго, у остальных вредителей - суммарную численность имаго и личинок.

В данный период большинство особей хлебного клопика представлены личинками (80%). Среди злаковых тлей было много крылатых самок-расселительниц (33%), однако большинство составляли личинки (61%).

У злаковых трипсов преобладали имаго (62%). Таким образом, этот учет захватывает период расселения и начала массового развития вредителей и может отражать антиксенотические и антибиотические эффекты устойчивости растений. Итоговые результаты учета приведены в таблице 14.

Значимая дифференциация коллекции по группам заселения отмечена для всех вредителей, за исключением злаковых тлей. В группу слабо заселенных (предположительно устойчивых) образцов обычно входило 2-3 из 15. При этом наблюдается специфичность в заселении образцов разными вредителями.

Таблица 14. Дифференциация сортообразцов (№№) коллекции эндемичных пшениц по заселению (шт.) вредителями в учете кошением сачком. 7.07.2022

Группы образцов	Шведские мухи		Хлебный клопик		Злаковые тли		Злаковые трипсы	
	Сортовые образцы	Численность /экз.	Сортовые образцы	Численность /экз.	Сортовые образцы	Численность /экз.	Сортовые образцы	Численность /экз.
Слабо заселены	13,14,15	1,2±0,4 а	7,10,5	2,7±0,4 а	2,12	1,7±0,8 а	1,4,15	3,2±0,4 а
Средне заселены	10,4,7,9, 11,6,2,5,8, 12	3,4±0,2 b	8,4,14,6, 11,2,3,9	4,7±0,3 b	10,13,14, 3, 4,6,7,8,1 5	3,0±0,2 а	2,13,3,1 4,7,11,1 2,9	4,9±0,4 b
Сильно заселены	1,3	5,5±0,5 с	13,15,12, 1	7,7±0,8 с	5,1,9,11	5,3±0,8 b	6,10,8,5	7,1±0,9 с

a,b,c обозначения значимости различий между группами; при совпадении хотя бы одной буквы различия не значимы ($P>0,05$).Порядок № образцов в группах соответствует увеличению численности

Шведские мухи, очевидно, менее предпочитают пшеницу туранскую, все три образца которой (№ 13,14 и 15) попадают в группу слабо заселенных.

Из образцов персидской пшеницы наименее заселен №10, входящий в группу средне заселенных.

Средняя численность мух на них снижена на 68% относительно остальной коллекции.

Хлебный клопик достоверно менее заселяет образцы № 7,10,5, представляющие черноколосую разновидность *fuliginosum* из Грузии и Дагестана и белозерную *osseticum*. Среднее снижение численности вредителя на этих образцах составило 44%.

У злаковых тлей непрерывный характер распределения численности по образцам не дает возможности значимого выделения устойчивых образцов № 2 и 12 (красноколосой разновидности *rubiginosum* и черноколосой разновидности персидской пшеницы). Однако численность тлей на них оказывается сниженной на 54%.

Злаковые трипсы менее заселяли образцы № 1 и 4 персидской пшеницы (красноколосой и черноколосой разновидностей) и образец № 15 туранской пшеницы, со снижением численности на 43%.

Визуальный учет сосущих вредителей на колосьях в период налива и созревания зерна доступен для злаковых тлей и трипсов, как относительно более оседлых насекомых. В это время большая часть тлей (67%) и трипсов (69%) представлена личинками. У злаковых тлей наблюдали высокую степень паразитированности (60%) наездниками афидидами. Данный учет захватывает период основного развития вредителей и может отражать антибиотические эффекты устойчивости растений. Группы слабо заселенных образцов по обоим объектам дифференцировались значимо (Табл. 15).

Таблица 15. Дифференциация коллекции эндемичных пшениц по заселению колосьев сосущими вредителями. Визуальный учет. 27.07.2022

Группы образцов	Злаковые тли		Злаковые трипсы	
	Сортообразцы	Численность/экз.	Сортообразцы	Численность/экз.
Слабо заселены	7,2,4	1,2±0,4 a	4,12,2,	1,7±0,5 a
Средне заселены	12,1,10,9,15,3,5,14,6,11	4,7±0,4 b	7,14,8,15,11,1,5,3,13	4,6±0,6 b
Сильно заселены	13,8	8,2±2,1 c	6,9, 10	7,7±1,5 b

a, b, c - показатели статистической значимости различий; при совпадении хотя бы одной буквы группы значимо не различаются. Порядок № образцов в группах соответствует увеличению численности

Злаковыми тлями наименее заселены колосья образцов № 7,2 и 4 пшеницы персидской, 2 из которых представляют черноколосую разновидность из Грузии, 1 - красноколосую разновидность из Армении. На них отмечено среднее снижение тлей на 77%. Образцы пшеницы туранской относятся к средне и сильно заселенным.

Минимальная численность злаковых трипсов наблюдалась на колосьях образцов № 4,12 и 2 черноколосой и красноколосой разновидностей. Два из них также менее заселены тлями. На этих образцах численность на 68% ниже, чем на остальных. Образцы пшеницы туранской относятся к средне заселенным, которые в данном случае не отличаются значимо от сильно заселенных.

В результатах визуального учета прослеживаются некоторые черты сходства в заселении образцов злаковыми тлями и трипсами. Обе группы вредителей менее заселяют образцы № 2 и 4, а образцы №7 и 12, менее заселенные одной группой вредителей, имеют меньшие показатели среди средне заселенных другой группой.

По злаковым тлям и трипсам можно оценить воспроизведение рейтинговых оценок заселения, полученных в разные фазы развития растений и разными методами учета (Табл. 2, 3). В обоих учетах злаковые тли мало заселяли образец №2 (*Triticum persicum* var. *rubiginosum*, к-13989); злаковые трипсы - образец №4 (*Triticum persicum* var. *fuliginosum* к-1694). Эти образцы представляют наибольший интерес в качестве источников устойчивости к данным вредителям (Каррум, Гриценко, 2025).

3.3.7 Характеристика заселения вредителями сортов фиолетовозерной яровой мягкой пшеницы

В современной селекции яровой мягкой пшеницы значительный интерес представляет фиолетовозерная форма, представленная несколькими зарегистрированными в РФ сортами (Василова и др., 2021; Рубец, 2022). Первичным источником формы является эндемичный эфиопский вид пшеницы *Triticum aethiopicum* (Гончаров, 2012). Фиолетовая мягкая пшеница отличается повышенным содержанием антоцианов в зерне, выраженными антиоксидантными свойствами и перспективна для производства функциональных пищевых продуктов (Ворончихина и др., 2022; Полонский и др., 2018; Рубец, 2022; Abdel-Aal et al., 2008). Среди положительных свойств фиолетовозерных сортов пшеницы отмечены устойчивость к полеганию, относительная устойчивость к болезням (Василова и др., 2021; Abdel-Aal et al., 2008), однако, по устойчивости к вредителям сведений нет. С целью первичной оценки устойчивости фиолетовозерных сортов пшеницы предпринято исследование заселения растений вредителями в полевых условиях.

Первый учет кошением сачком отражает преимущественно численность насекомых при первоначальном заселении растений. В этот период достаточно массовыми были хлебный и травяной клопы, злаковые трипсы. Слабо заселенные образцы статистически значимо выделяются по всем вредителям (Табл. 16).

Таблица 16. Дифференциация сортообразцов фиолетовозерной яровой пшеницы по заселению вредителями в первом учете кошением сачком. 22.06.2023

Группы образцов	Хлебный клопик		Травяной клоп		Злаковые трипсы	
	Сорта	Численность/экз.	Сорта	Численность/экз.	Сорта	Численность/экз.
Слабо заселены	2,5	1,5±0,4 a	5,4,6	1,6±0,4 a	3,2	2,1±0,6 a
Средне и сильно заселены	6,1,3,4	6,0±0,7 b	1,3,2	4,8±0,5 b	1,5,6,4	5,6±0,9 b

a,b обозначения значимости различий; при совпадении букв различия не значимы ($P>0,05$)

Хлебный клопик менее заселяет сорта №2 (Иволга фиолетовая) и 5 (Злата), со средним снижением численности на 75%. Травяной клоп менее заселяет сорта № 5 (Злата), 4 (Надира) и 6 (Сударыня), со снижением численности на 67%. Злаковые трипсы слабее заселяют сорта №3 (Лаваль 19) и 2 (Иволга фиолетовая), со снижением численности на 62%.

Второй учет кошением сачком отражает численность насекомых при заселении, а также размножении и развитии на растениях. В этот период было возможно проанализировать заселенность коллекции хлебным клопиком, злаковыми тлями, злаковыми трипсами и шведскими мухами. Коллекция дифференцируется по всем вредителям со значимым выделением группы слабо заселенных образцов (Табл. 17).

Таблица 17. Дифференциация сортообразцов фиолетовозерной яровой пшеницы по заселению вредителями во втором учете кошением сачком. 3.07.2023

Группы образцов	Хлебный клопик		Злаковые тли		Злаковые трипсы		Шведские мухи	
	Сорта	Численность/экз.	Сорта	Численность/экз.	Сорта	Численность/экз.	Сорта	Численность/экз.
Слабо заселены	4,5	2,8±0,6 a	1,4	9,1±0,8 a	1,3	3,2±0,4 a	6,5,4	1,2±0,2 a
Средне и сильно заселены	3,1,6,2	4,9±0,5 b	2,3,6,5	13,1±1,0 b	6,2,4,5	5,3±0,6 b	2,3,1	2,7±0,4 b

a,b обозначения значимости различий; при совпадении букв различия не значимы ($P>0,05$)

Хлебный клопик менее заселяет сорта №4 (Надира) и 5 (Сударыня), со средним снижением численности на 43%. Сорта №1 (Памяти Коновалова) и №4

(Надира) менее заселены злаковыми тлями, со снижением численности на 30%. Злаковые трипсы слабо заселяли сорта №1 (Памяти Коновалова) и №3 (Лаваль 19), со снижением численности на 40%. Шведскими мухами менее заселены сорта №6 (Сударыня), 5 (Злата) и 4 (Надира).

Визуальный учет вредителей на колосьях методически доступен только для более оседлых насекомых – тлей и трипсов. Этот учет оценивает итоговую численность в ходе размножения и развития насекомых (Табл. 18).

Таблица 18. Дифференциация сортообразцов фиолетовозерной яровой пшеницы по заселению вредителями в визуальном учете. 17.07.2023

Группы образцов	Злаковые тли		Злаковые трипсы	
	Сортообразцы	Численность/экз.	Сортообразцы	Численность /экз.
Слабо заселены	2,1,3	0,5±0,2 a	2,1,5	2,3±0,4 a
Средне и сильно заселены	5,6,4	2,1±0,9 a	3,6,4	10,2±2,1 b

a,b обозначения значимости различий; при совпадении букв различия не значимы (P>0,05)

Численность злаковых тлей была низкой, 93,5% особей были поражены наездниками афидиусами. В результате группа слабо заселяемых сортов значимо не выделена. Численность трипсов была достаточной для анализа. Менее заселены сорта № 2 (Иволга фиолетовая), 1 (Памяти Коновалова) и 5 (Злата), со средним снижением численности на 77%. Следует отметить экстраординарно высокий уровень заселения для сорта №4 (Надира).

Оценки заселения растений вредными насекомыми, полученные в разные фазы развития и разными методами учетов, естественно, варьируют. Однако при этом проявляются некоторые общие тенденции. Выражена неоднородность заселения сортов коллекции вредителями. В 8 из 9 случаев анализа заселения группа слабо заселенных сортов выделялась статистически значимо. Злаковые тли и трипсы в большинстве случаев менее заселяют сорта фиолетовозерной формы. В противоположность этому, шведские мухи и травяной клоп, как правило, менее заселяют краснозерные сорта. Среди сортов, менее заселенных хлебным клопиком, встречаются обе формы.

Снижение численности на слабо заселенных сортах, относительно остальных, в большинстве случаев варьирует в пределах 30-60% и соответствует уровню средней устойчивости. Иногда, сокращение численности достигало высокого, 70% уровня (в отдельных учетах по хлебному клопику и злаковым трипсам). В фазу колошения отмечается более сильное снижение численности, нежели в фазу цветения (Каррум, 2025).

3.4 Возможности применения препаратов биогенного происхождения против сосущих вредителей яровой пшеницы

Сосущие вредители зерновых культур (клопы, тли, трипсы) нередко достигают максимума численности и вредоносности в период после колошения. В это время, при необходимости обработки, предпочтительнее использовать препараты биогенного происхождения с коротким периодом ожидания, например, микробиологические препараты, препараты растительного происхождения и биопестициды. Данные средства широко используют в защите овощных и плодовых культур, однако редко применяют на зерновых культурах.

В 2022-2023 гг. на селекционной опытной станции в посевах массового размножения яровой пшеницы сорта Памяти Коновалова в период налива – созревания зерна проведены обработки различными препаратами. Среди них в оба года применяли растительный препарат МатринБио, ВР (матрин, 5 г) и биоинсектицид Фитоверм, КЭ (аверсектин С 2 г/л); в 2022 г. использовали препарат растительного происхождения Табазол, П (никотин, 6 г/кг). Стандартом служил химический неоникотиноидный инсектицид Искра Золотая, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л); в 2023 г. также использовали препарат нового химического класса инсектицидов Теппеки, ВДГ (флоникамид 500 г/кг). Опыты вели на делянках размером 5 x 1 м, в 4-кратной повторности. Накануне обработки и трижды после нее, на протяжении 2 недель, учитывали численность насекомых методом кошения энтомологическим сачком. В итоге на учетных участках оценивали параметры продуктивности растений.

В 2022 году анализировали данные по 4 доминирующим группам вредителей: шведские мухи, хлебный клопик, тли и трипсы. Также оценивали общую сумму вредителей, включая все вредоносные объекты (Рис. 16).

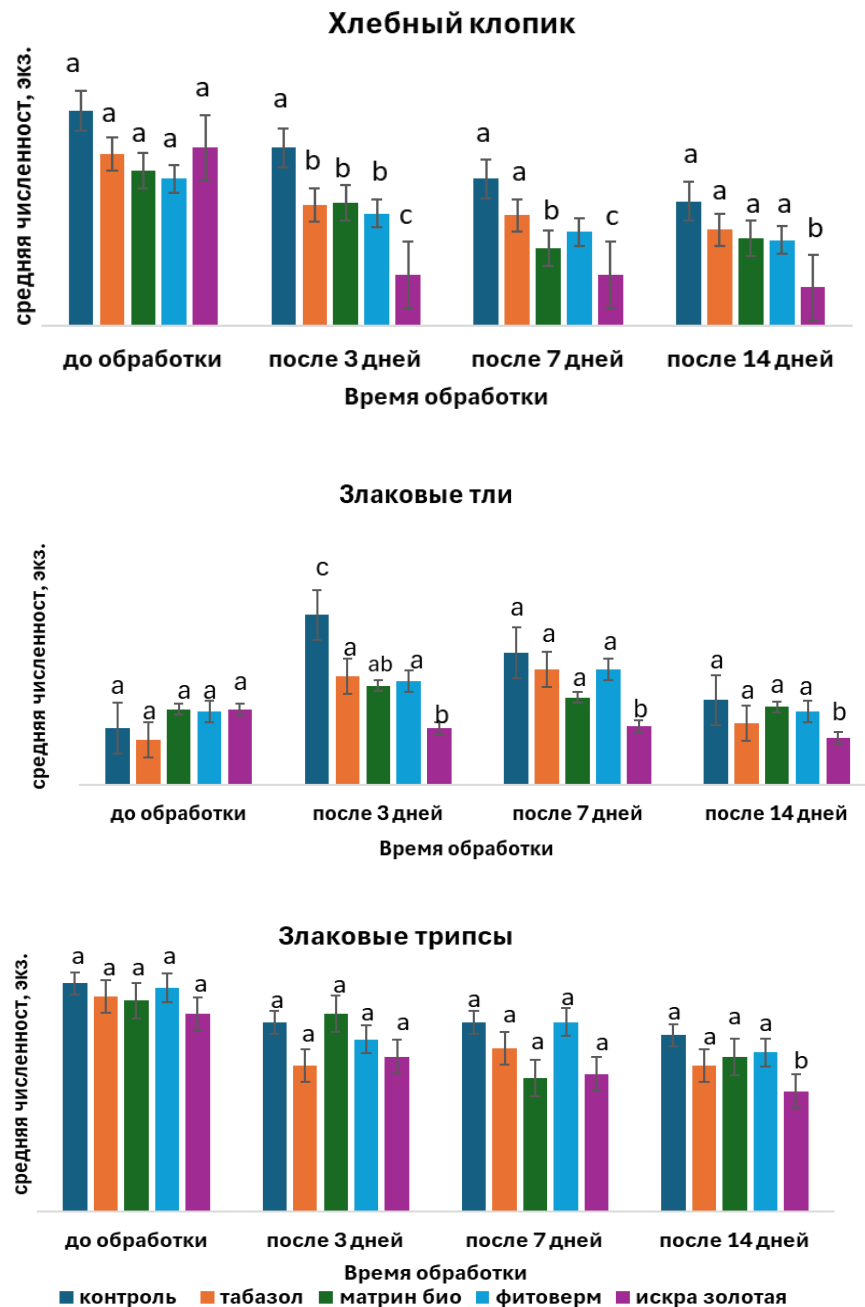


Рисунок 16 - Влияние различных препаратов на численность вредителей, 2022 г.

Результаты дают неоднородную картину по разным препаратам в отношении разных вредителей. Эффекты препаратов (Табазол, П; МатринБио, ВР; Фитоверм, КЭ) проявляются чаще всего в умеренном снижении численности или в замедлении роста численности относительно контроля. Подавляющее действие эталонного инсектицида (Искра Золотая, ВРК) более выражено.

Оценка биологической эффективности (Табл. 19) более четко выявляет основные тенденции. В целом, наиболее эффективной оказалась обработка против шведских мух, где для мягких препаратов она достигает порядка 60-70%, для эталона - несколько выше. Невысокую, но существенную эффективность мягкие препараты проявляют против хлебного клопика и злаковых тлей. Эффективность Табазола, П по хлебному клопику на 3 день - около 40%; по злаковым тлям - лишь около 20%; в последующих учетах эффекты снижаются до несущественных. МатринБио, ВР на 3-7 дни показывает эффекты по хлебному клопику на уровне 30-40%, а по злаковым тлям – около 50%. Аналогичные эффекты демонстрирует Фитоверм, КЭ только на 3 день. Искра Золотая, ВРК по клопику и тлям до 7-14 дня проявляет эффективность порядка 60-70%. В отношении злаковых трипсов все препараты оказались фактически неэффективными, максимально достигая уровня 30%.

Таблица 19. Биологическая эффективность (%) обработок против вредителей яровой пшеницы, 2022 г.

Вариант, вредители	3 д. п/обр.	7 д. п/обр.	14 д. п/обр.
Табазол, П			
Шведские мухи	53,1	62,2	63,2
Хлебный клопик	41,4	22,1	19,4
Злаковые тли	20,1	-8,9	9,7
Злаковые трипсы	20,3	10,9	14,1
Всего вредителей	30,8	13,2	34,1
МатринБио, ВР			
Шведские мухи	47,6	50,7	71,4
Хлебный клопик	34,3	39,4	18,5
Злаковые тли	56,2	50,7	39,7
Злаковые трипсы	-38,0	6,4	-16,5
Всего вредителей	23,2	29,4	21,1
Фитоверм, КЭ			
Шведские мухи	62,1	64,3	77,0
Хлебный клопик	39,0	22,6	19,4
Злаковые тли	53,0	33,0	33,3
Злаковые трипсы	7,7	-1,5	9,8
Всего вредителей	28,8	14,9	27,1
Искра Золотая, ВРК (эталон)			
Шведские мухи	71,8	76,7	74,9
Хлебный клопик	76,3	65,6	68,4
Злаковые тли	74,4	65,9	57,2
Злаковые трипсы	-16,8	16,5	21,2
Всего вредителей	51,0	51,1	54,8

Более высокую и стабильную эффективность, на уровне 70% против хлебного клопика и злаковых тлей проявил стандартный инсектицидный препарат Искра Золотая, ВРК. Препараты Табазол, П; МатринБио, ВР и Фитоверм, КЭ в течение недели после обработки показали умеренный уровень эффективности против хлебного клопика, достигающий 40%. Немного большую эффективность, свыше 50%, имели МатринБио, ВР и Фитоверм, КЭ в отношении злаковых тлей. Табазол, П в этом случае оказался неэффективным. Против злаковых трипсов все препараты были неэффективными, максимально достигая уровня 20%.

Следует отметить попутное действие обработки на другую группу вредителей – шведских мух *Oscinella sp.* Эти внутривегетационные вредители молодых побегов в период налива – созревания зерна уже не представляют угрозу урожаю. Однако обработка может снизить их зимующий запас и уровень численности к следующему году. Во всех вариантах обработки отмечено существенное снижение численности имаго шведских мух с биологической эффективностью от 63% (Табазол, П) до 77% (Фитоверм, КЭ; Искра Золотая, ВРК). Помимо вредителей, в учете отмечали также полезных энтомофагов. В период проведения опыта большая их часть представлена паразитическими перепончатокрылыми – наездниками семейства Афиидиды (Aphidiidae) и надсемейства Хальцидовые (Chalcidoidea); реже – представителями семейств Браконида (Braconidae) и Ихневмониды (Ichneumonidae). Единично отмечали божьих коровок (Coccinellidae), златоглазок (Chrysopidae) и мух журчалок (Syrphidae). Вследствие невысокой численности энтомофагов, статистическая оценка влияния обработки на них проведена по обобщенным по учетам данным (Табл. 20).

Таблица 20 . Общая численность энтомофагов в учетах после обработки, 2022 г.

Вариант	Средняя численность в учете, экз
Контроль	14,0±1,5
Табазол, П	13,3±1,8
МатринБио, ВР	15,0±1,5
Фитоверм, КЭ	15,7±1,8
Искра Золотая, ВРК	9,7±1,2*

* различие с контролем статистически значимо

Все препараты биогенного происхождения не повлияли существенно на численность энтомофагов. Заметное, на 30%, снижение численности энтомофагов вызвал только стандартный инсектицид Искра Золотая, ВРК.

Здесь следует добавить, что по данным учетов на колосьях яровой пшеницы в 2022 г. наездниками афидидами было паразитировано 60%, а на следующий год – 75% злаковых тлей, что, вероятно, способствовало последующему падению их численности. Так что среди энтомофагов есть важные регуляторы численности вредителей.

Оценка параметров продуктивности пшеницы в опыте показала более отчетливые эффекты обработок, нежели биологическая эффективность (Табл. 21).

Таблица 21. Влияние обработок против вредителей на показатели продуктивности яровой пшеницы, 2022 г.

Вариант	Число зерен в колосе	Прибавка к контролю, %	Масса зерен с 1 колоса, г	Прибавка к контролю, %	Масса 1000 зерен, г
Контроль	20,5	-	0,88	-	42,9
Табазол, П	24,1*	17,5	1,12*	27,3	46,4
Фитоверм, КЭ	23,1	12,7	1,04	18,2	45,0
МатринБио, ВР	25,6**	24,9	1,14**	29,5	44,4
Искра Золотая, ВРК	25,4*	23,9	1,18**	34,1	46,7
НСР _{0,05}	2,6	-	0,14	-	5,8

* Значимые отличия от контроля

Число и масса зерен в колосе во всех вариантах обработки были значимо выше, чем в контроле. Наименьшие значения отмечены в варианте с Фитовермом, КЭ, наибольшие – в вариантах с препаратами МатринБио, ВР и Искра Золотая, ВРК.

Третий параметр, масса 1000 зерен, также обнаруживает тенденцию к возрастанию в вариантах с обработкой, которая, однако, не достигает статистической значимости. Если по этим данным определять урожайность, исходя из среднего по опыту количества колосьев – $512,8 \pm 3,7$ на 1 кв.м, то прибавка от обработки МатринБио, ВР составит 1,23 т/га, от применения Искры Золотой, ВРК – 1,54 т/га. Опыт проведен в фазы завязывания – налива зерна яровой пшеницы.

В этот период шведские мухи, как внутрестеблевые вредители молодых побегов, уже не оказывают существенного влияния на продуктивность. Их уничтожение способно только сократить численность последнего, зимующего поколения.

Таким образом, основной ущерб здесь наносят именно сосущие вредители: хлебный клопик, злаковые тли и трипсы.

Результаты показывают существенность этой группы, как отрицательного фактора урожайности яровой пшеницы.

Препараты растительного происхождения МатринБио, ВР и Табазол, П при скромных показателях биологической эффективности по эффектам повышения продуктивности приближаются к инсектицидному эталону, препарату Искра Золотая, ВРК.

Это может объясняться наличием у них антифидантных и репеллентных эффектов, помимо непосредственно истребительного действия.

Учитывая короткие сроки ожидания этих препаратов, их целесообразнее применять для последней, предуборочной обработки, в случае ее необходимости (Каррум, 2024).

В опыте 2023 году анализировали данные по 3 доминирующим группам вредителей: хлебный клопик, тли и трипсы.

Также оценивали общую сумму вредителей, включая все вредоносные объекты (Рис. 17).

В контроле численность вредителей на протяжении недели после обработки растёт или остается на прежнем уровне, к 12 дню после обработки - снижается. Сходная картина в основном наблюдается в вариантах с препаратами МатринБио, ВР и Фитоверм, КЭ. Эффекты подавления или сдерживание численности наиболее заметны для препаратов Искра Золотая, ВРК и Теппеки, ВДГ в отношении хлебного клопика и общей суммы вредителей.

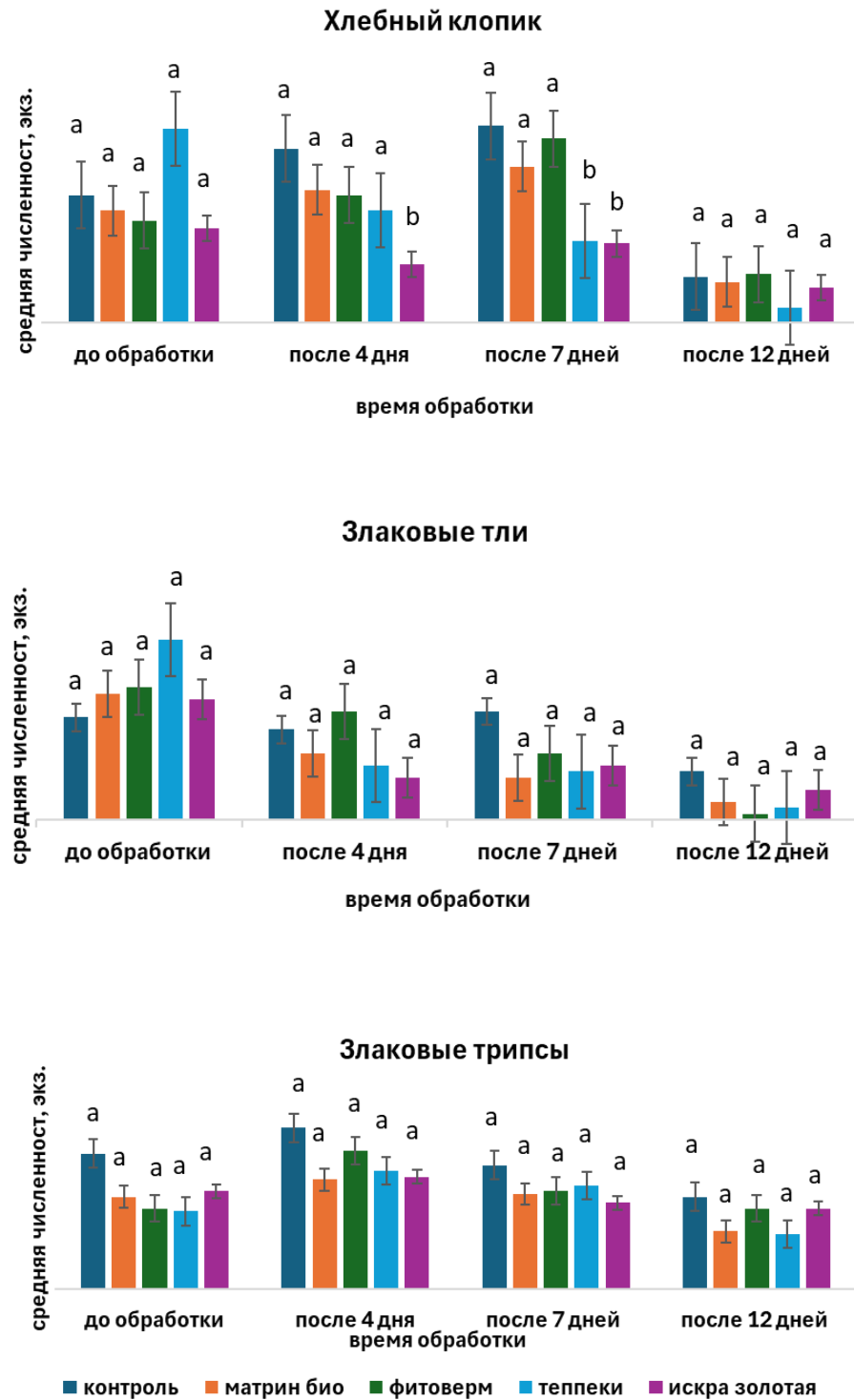


Рисунок 17. Влияние различных препаратов на численность вредителей, 2023 г.

Вероятно, условия проведения обработки определили общую невысокую эффективность (Табл. 22). Последовательно, существенная эффективность

выражена в отношении хлебного клопика и менее - по сумме вредителей, у препаратов Теппеки, ВДГ и Искра Золотая, ВРК. При этом Теппеки, ВДГ определенно имеет более длительное действие. Некоторая эффективность заметна у препаратов Фитоверм, КЭ, МатринБио, ВР и Теппеки, ВДГ, П против злаковых тлей. Однако здесь показатели возрастают к концу учетов на фоне общего снижения численности тлей. В отношении злаковых трипсов все препараты оказались неэффективными.

Таблица 22. Биологическая эффективность (%) обработок против вредителей яровой пшеницы, 2023 г.

Вариант, Вредители	3 д. п/обр.	7 д. п/обр.	14 д. п/обр.
Теппеки, ВДГ			
Хлебный клопик	61,3	72,6	78,1
Злаковые тли	7,2	65,6	82,4
Злаковые трипсы	0	0	0
Всего вредителей	32,7	44,8	42,4
МатринБио, ВР			
Хлебный клопик	13,1	17,2	0
Злаковые тли	10,8	55,3	59,4
Злаковые трипсы	0	0	7,8
Всего вредителей	0	0	4,4
Фитоверм, КЭ			
Хлебный клопик	8,0	12,4	0
Злаковые тли	0	34,4	90,4
Злаковые трипсы	0	0	0
Всего вредителей	0	0	10,0
Искра Золотая, ВРК			
Хлебный клопик	55,1	48,5	0
Злаковые тли	29,0	32,5	24,7
Злаковые трипсы	0	0	0
Всего вредителей	33,3	29,7	1,7

Примечание: 0 – при численности в варианте обработки выше контрольной, но без статистически значимых различий.

Наиболее стабильно высокие эффекты (до 80%) против хлебного клопика и злаковых тлей показал препарат Теппеки, ВДГ. Стандартный инсектицид Искра Золотая, ВРК был умеренно эффективен в начале учетного периода против хлебного клопика и низко эффективен против злаковых тлей. Препараты МатринБио, ВР и Фитоверм, КЭ, наоборот, имели низкую эффективность против хлебного клопика, но проявили растущую до высоких значений эффективность против злаковых тлей.

В отношении злаковых трипсов все применяемые препараты оказались неэффективными.

Показатели продуктивности пшеницы в целом в 2023 г. были выше, чем в 2022 г. При этом влияние обработки на параметры продуктивности несколько снизилось, однако в ряде случаев оставалось значимым (Табл. 23).

По числу зерен в колосе значимое увеличение по сравнению с контролем получено в вариантах с препаратами Фитоверм, КЭ; Теппеки, ВДГ; Искра Золотая, ВРК; по массе зерен – варианты с препаратами Фитоверм, КЭ и Теппеки, ВДГ.

Таблица 23. Влияние обработок против вредителей на показатели продуктивности яровой пшеницы, 2023 г.

Вариант	Число зерен в колосе	Прибавка к контролю, %	Масса зерен с 1 колоса, г	Прибавка к контролю, %
Контроль	23,82	-	1,22	-
Теппеки, ВДГ	26,80**	12,5	1,37*	12,3
Фитоверм, КЭ	26,28*	9,8	1,40*	14,7
МатринБио, ВР	25,70	7,9	1,31	7,4
Искра Золотая, ВРК	26,40*	10,8	1,34	9,8
НСР _{0,05}	2,02	-	-	-

* Значимые отличия от контроля

Опыт проведен в фазы молочной – восковой спелости зерна яровой пшеницы. Основной ущерб здесь наносят именно сосущие вредители: хлебный клопик, злаковые тли и трипсы. Результаты показывают существенность этой группы, как отрицательного фактора урожайности яровой пшеницы.

Повышение показателей продуктивности даже при весьма скромной биологической эффективности препаратов МатринБио, ВР и Фитоверм, КЭ может объясняться их антифидантными эффектами, указываемыми также и для препарата Теппеки, ВДГ.

Учитывая короткие сроки ожидания этих препаратов, их целесообразнее применять для последней, предуборочной обработки, в случае ее необходимости (Гриценко, Каррум, 2025 б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показывают принципиальную возможность совершенствования защиты яровой пшеницы от сосущих вредителей и злаковых мух путем использования устойчивых сортов, и применения инсектицидов биогенного происхождения.

На основании полученных данных можно сделать следующие **выводы**.

1. Среди фитофагов на селекционных посевах яровой пшеницы РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева преобладают сосущие вредители – хлебный клопик (*Trigonotylus ruficornis*), злаковые тли (*Sitobion avenae* и др.) и злаковые трипсы (*Haplothrips tritici* и др.), а также внутрестеблевые вредители – шведские мухи (*Oscinella* spp.). В целом эти вредители составляли около 80% всей энтомофауны.

2. Морфологическая диагностика видового состава трипсов на посевах яровой пшеницы позволила выявить 10 видов из 3 семейств и 2 подотрядов. Комплекс злаковых трипсов насчитывал 8 видов, среди которых наиболее массовыми вредителями были пшеничный трипс – *Haplothrips tritici*, пустоцветный трипс – *H. aculeatus*, и тонкоусый трипс – *Frankliniella tenuicornis*. Реже встречались обыкновенный трипс – *F. intonsa*, полевой трипс – *Chirothrips manicatus*, *C. molestus*, злаковый трипс – *Anaphothrips obscurus*, ржаной трипс – *Limothrips denticornis*. Кроме того, встречаются 2 вида хищных трипсов – *Aeolothrips intermedius* и *A. fasiatus*, способных снижать численность трипсов-фитофагов.

3. Молекулярно-генетический анализ подтвердил идентификацию нескольких видов трипсов, морфологическая диагностика которых сложна (*Haplothrips tritici*, *Haplothrips aculeatus*, *Frankliniella tenuicornis*, *Anaphothrips obscurus*). Проведенный филогенетический анализ, показал, что исследованные образцы трипсов имеют генетическое сходство с образцами из GenBank. Образцы PV012523 (*Haplothrips tritici*) и PV017701 (*Frankliniella tenuicornis*) демонстрируют высокий уровень генетической близости.

4. Установлено, что сорта яровой мягкой пшеницы Ирень, Злата, Мандарина и линия № 57 (Лисий Хвост) обладают устойчивостью к шведским мухам; сорта

Обская 2, линии коллекции СУММИТ № 57, 23, 35 и 67 – к хлебному клопику; сорта Фаворит, Алтайская Жница, Гранова и линии № 65, 150 – к злаковым тлям; сорта Арабелла, Канюк, Гранова и линии №221, 70 – к злаковым трипсам.

5. В коллекции эндемичных пшениц сосущие вредители слабо заселяли некоторые образцы пшеницы персидской, что свидетельствует об их устойчивости. Устойчивость отмечена у черноколосой разновидности *var. fuliginosum* из Грузии и Дагестана. Все образцы пшеницы туранской обладают высокой устойчивостью к шведским мухам.

6. Обследование сортов фиолетовозерной яровой мягкой пшеницы показали, что среди четырёх изученных сортов наиболее устойчивым к злаковым тлям и трипсам оказался сорт Памяти Коновалова.

7. Препараты биогенного происхождения МатринБио, ВР (матрин, 5 г/л), Табазол, П (никотин, 6 г/кг) и Фитоверм, КЭ (аверсектин С, 2 г/л) показали умеренную биологическую эффективность против хлебного клопика (до 20-40 %) и злаковых тлей (до 55-60 %), не снижая численности полезных природных энтомофагов. Применение препаратов МатринБио, ВР (матрин, 5 г/л) и Фитоверм, КЭ (аверсектин С, 2 г/л) обеспечило существенное (на 10-15%) снижение потерь продуктивности яровой пшеницы от вредителей.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Селекционно-семеноводческим предприятиям рекомендуется включить в характеристики указанных сортов яровой мягкой пшеницы устойчивость к определенным вредителям: Ирень, Мандарина, Злата – устойчивость к шведским мухам; Обская 2 – устойчивость к хлебному клопику; Алтайская Жница, Фаворит, Гранова – устойчивость к злаковым тлям; Арабелла, Гранова, Канюк – устойчивость к злаковым трипсам.

2. Научным селекционным учреждениям рекомендуется использовать следующие линии яровой пшеницы коллекции СИММУТ как перспективные источники устойчивости к вредителям. Линии 23, 35, 67 устойчивы к хлебному клопику; линии 65, 150 – к злаковым тлям; линии 70, 221 – к злаковым трипсам. Линия 57 (Лисий Хвост) проявляет устойчивость к шведским мухам и хлебному клопику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин, В.Т. Проблемы борьбы со злаковыми мухами / В.Т. Алехин // Защита и карантин растений. – 2013. – № 8. – С. 26-28.
2. Анисимова, А.В. Комплексная устойчивость отечественных и интродуцированных сортов ячменя к листовым болезням и шведской мухе в условиях Ленинградской области / А.В. Анисимова, А.Г. Семенова, И.О. Юдин, Т. Н. Радюкевич // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 47. – С. 41–48.
3. Беляев, И.М. Вредители зерновых культур / И.М. Беляев. — Москва : Колос, 1974. — 284 с.
4. Василова, Н.З. Фиолетовозерный сорт яровой мягкой пшеницы Надира / Н.З. Василова, Д.Ф. Асхадуллин, Э.З. Багавиева, М.Р. Тазутдинова, И.И. Хусаинова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 4 (40). – С. 66–75.
5. Велибекова, Е.И. Устойчивость генотипов яровой пшеницы и ячменя к вредным организмам / Е.И. Велибекова, Л.А. Ершова, Е.И. Малокостова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 10. – С. 13–15.
6. Великань, В.С. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей зерновых культур в СССР / В.С. Великань, В.Б. Голуб, Е.Л. Гурьева ; составитель Л.М. Копанева. – Ленинград : Колос, 1980. – 335 с.
7. Верещагин, Л.Н. Вредители и болезни зерновых колосовых культур / Л.Н. Верещагин. – Москва : Юнивест Маркетинг, 2001. – 128 с.
8. Веселова, С.В. Бактерии рода *Bacillus* в регуляции устойчивости пшеницы к обыкновенной злаковой тле *Schizaphis graminum* Rond / С.В. Веселова, Г.Ф. Бурханова, С.Д. Румянцев, Д. К. Благова, И. В. Максимов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2019. – Т. 55, № 1. – С. 56–63. – DOI: 10.1134/S0555109919010185.
9. Вихрова, Е.А. Влияние пшеничного трипса (*Haplothrips tritici*) на качества зерна мягкой пшеницы / Е.А. Вихрова // Известия Самарской государственной

сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 94–98. – DOI: 10.55170/1997-3225-2024-9-1-94-98.

10. Власова, Л.М. Устойчивость сортов озимой мягкой пшеницы к комплексу вредителей и болезней / Л.М. Власова, О.В. Попова // Материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар : ООО «ЭДВИ», 2024. – С. 84–93.

11. Ворончихина, И.Н. Оценка качества зерна сортов яровой пшеницы с фиолетовой окраской зерна в условиях ЦРНЗ / И.Н. Ворончихина, В. С. Сидоренко, В.С. Рубец, В.В. Пыльнев, В.Н. Игонин, В.В. Ворончихин, О. Груздев // Известия ТСХА. – 2022. – Вып. 6. – С. 54–66.

12. Ворончихина, И.Н. Селекционная оценка яровой мягкой пшеницы коллекции СИММУТ по урожайности и качеству зерна в условиях Московской области / И.Н. Ворончихина, В.С. Рубец, Ю.Н. Котенко, В.В. Пыльнев // Агробιοтехнология : сборник статей международной научной конференции. – Москва : РГАУ-МСХА, 2021. – С. 805–809.

13. Глазунова, Н.Н. Эффективность биологической защиты озимой пшеницы от вредителей / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Л.В. Мазницына, Е.В. Харченко // Земледелие. – 2019. – № 8. – С. 44–47. – DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10810.

14. Гончаров, Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей / Н.П. Гончаров ; Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт цитологии и генетики. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2012. – 523 с.

15. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2024 год / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России). – 2024.

16. Гридасов, И.И. Зерновые культуры России / И.И. Гридасов. – М. : Колос, 1997. – 255 с.

17. Гриценко, В.В. Оценка возможности применения относительно безопасных средств в защите яровой пшеницы от сосущих вредителей / В.В. Гриценко, Р. Каррум // Сборник материалов XII международной научно-практической конференции «Защита растений от вредных организмов», Краснодар,

16-20 июня 2025 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2025 б. – С. 105–107.

18. Гриценко, В.В. Оценка устойчивости к вредителям сортов генетической коллекции яровой пшеницы / В.В. Гриценко, Р. Каррум // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2025 а. – Вып. 3. – С. 52–74. – DOI: 10.26897/0021-342X-2025-3-52-74. – EDN: VOVNBF.

19. Гриценко, В.В. Состав и динамика энтомофауны на посевах зерновых культур в опыте точного земледелия РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева / В.В. Гриценко // Принципы и способы сохранения биоразнообразия : материалы VII Международной научной конференции. – Йошкар-Ола : Вертола, 2019. – С. 175–178.

20. Джафаров, М.Х. Получение авермектинов: биотехнологии и органический синтез : обзор / М.Х. Джафаров, Ф.И. Василевич, М.Н. Мирзаев // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 2. – С. 199–215. – DOI: 10.15389/agrobiology.2019.2.216rus .

21. Долженко, В.И. Научно-технологическое обеспечение фитосанитарной безопасности / В.И. Долженко // Вестник Российской академии наук. – 2025. – № 6. – С. 67-76. – DOI 10.31857/S0869587325060088. – EDN FBBSCS.

22. Долженко, В.И. Охрана здоровья растений: вчера, сегодня, завтра / В.И. Долженко // V Всероссийский конгресс по защите растений : Сборник тезисов докладов Посвящается 300-летию Российской академии наук, Санкт-Петербург, 16–19 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Всероссийский институт защиты растений, 2024. – С. 28. – EDN SGAUVV.

23. Долженко, Т.В. Бактериальные инсектоакарициды для защиты растений: изучение и перспективы применения / Т.В. Долженко // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2021. – № 3(160). – С. 50-62. – DOI 10.36305/2712-7788-2021-3-160-50-62. – EDN TWVFGC.

24. Дорожкина, Л.А. Применение гербицидов и регуляторов роста в защите растений : учебное пособие / Л. А. Дорожкина, Л.М. Поддымкина. – Москва : МЭСХ, 2021. – 206 с.

25. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта : учебное пособие / Б.А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
26. Зайцев, Г.Н. Методика биометрических расчетов / Г.Н. Зайцев. – Москва : Наука, 1973. – 256 с.
27. Захаренко, В.А. Биопестициды и средства защиты растений с небиоцидной активностью в интегрированном управлении фитосанитарным состоянием зерновых агроэкосистем / В. А. Захаренко // Агрохимия. – 2015. – № 6. – С. 64–76.
28. Захаренко, В.А. Иммуитет зерновых культур в управлении фитосанитарными рисками зерновых агроэкосистем / В.А. Захаренко // Аграрная наука. – 2019. – № 2. – С. 19–23. – DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-2-19-23.
29. Зинченко, В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность / В.А. Зинченко. – Москва : КолосС, 2012. – 127 с.
30. Илларионов, А.И. Сравнительная устойчивость различных сортов озимой пшеницы и ярового ячменя к скрытностеблевым фитофагам в условиях лесостепи Воронежской области / А.И. Илларионов, В.Т. Алехин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (37). – С. 48–49.
31. Каррум, Р. Видовой состав трипсов (Insecta: Thysanoptera) на селекционных посевах яровой пшеницы в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Р. Каррум, В.В. Гриценко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – Вып. 1. – С. 57–65. – DOI: 10.26897/0021-342X-2023-1-57-65. – EDN: UMEWRQ.
32. Каррум, Р. Влияние на вредителей яровой пшеницы инсектицидных обработок / Р. Каррум // Сборник материалов международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича, Москва, 3-5 июня 2024 года. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 295–300. – EDN: QNAOJQ.
33. Каррум, Р. Оценка заселения вредителями сортов фиолетовозерной яровой мягкой пшеницы / Р. Каррум // Современные проблемы изучения вредных

организмов с целью повышения урожайности культур, получения экологически безопасной продукции и подготовки специалистов по защите растений : сб. науч. тр. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2025. – С. 105–110.

34. Каррум, Р. Характеристика заселения вредителями коллекции эндемичных видов пшеницы РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Р. Каррум, В.В. Гриценко // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – Т. 10, № 2. – С. 35–40. – DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-2-35-40.

35. Кузьминых, А.Н. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / А.Н. Кузьминых, И. Я. Долгушева // Вестник Марийского государственного университета. – 2020. – № 2. – С. 175–179.

36. Куликова, Н.А. Гербициды и экологические аспекты их применения : учебное пособие / Н.А. Куликова, Г.Ф. Лебедева. – Москва : ЛИБРОКОМ, 2010. – 152 с.

37. Лаптиева, А.Б. Содержание и ресурсное обеспечение ассортиментов средств защиты отдельных культур / А.Б. Лаптиева // Защита растений от вредных организмов : Материалы XI международной научно-практической конференции, Краснодар, 19–23 июня 2023 года. Том Выпуск 11. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 225-228.

38. Мазурин, Е.С. Современные методы диагностики некоторых видов трипсов на основе PCR-RFLP и прямого секвенирования / Е.С. Мазурин, В.Г. Заец, Н.А. Шероколава, Н.И. Ершова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2010. – № 2. – С. 28–35.

39. Малокустова, Е.И. Устойчивость яровой мягкой пшеницы к скрытостебельным вредителям / Е.И. Малокустова // Международный научный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 3. – С. 40–43.

40. Маркин, В.Д. Устойчивость сортов и линий озимой пшеницы к вредителям растений / В.Д. Маркин, О.Н. Агаурова, П.В. Маркин, А.Н. Соколов // Наука и образование. Сер. Биологические и сельскохозяйственные науки. – 2023. – Т. 6, № 4.

41. Мещеряков, А.А. Отряд Thysanoptera – Бахромчатокрылые пузыреногие или трипсы / А.А. Мещеряков // Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. – Л. : Наука, 1986. – С. 380–431.

42. Москвичев, Ю.А. Химия в нашей жизни (продукты органического синтеза и их применение) : монография / Ю.А. Москвичев, В.Ш. Фельдблюм. – Ярославль : Изд-во ЯГТУ, 2007. – 411 с.

43. МУК 4.1.3121— 13; 4.1.3123—4.1.3125—13 Измерение концентраций химических соединений в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов: Сборник методических указаний по методам контроля. – М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014а. – 72 с.

44. МУК 4.1.3135 – 13. Определение остаточных количеств флониамида в воде, почве, яблоках и яблочном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014б. – 15 с.

45. Мурашев, В.В. Особенности морфогенеза пшеницы туранской *T. turanicum* Jakubz. секция *Dicoccoides*, $2n = 28$, геномы *AuB* / В. В. Мурашев, З. А. Морозова // Научный альманах. – 2018. – № 8-1(46). – С. 138–148.

46. Мухамадиев, Н.С. Биологическая защита озимой пшеницы от вредителей в условиях юго-востока Казахстана / Н.С. Мухамадиев, А.М. Чадинова, Г.Ж. Мендібаева, Е. Дәулеткелді // Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – 2025. – № 2/1 (126). – С. 29–37. – DOI: 10.51452/kazatu.2025.2/1(126).1920.

47. Наджодов, Б.Б. Влияние метеорологических условий на формирование хозяйственно-полезных признаков яровой пшеницы в условиях ЦРНЗ / Б.Б. Наджодов, В.С. Рубец, В.В. Пыльнев, И.Н. Ворончихина // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 6. – С. 47–64. – DOI: 10.26897/0021-342X-2023-6-47-64.

48. Наджодов, Б.Б. Устойчивость яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к мучнистой росе в условиях Центрального Нечерноземья / Б.Б. Наджодов, В.С.

Рубец // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2025. – Т. 186, № 2. – С. 218–227. – DOI: 10.30901/2227-8834-2025-2-218-227.

49. Наджодов, Б.Б. Характеристика хозяйственно ценных признаков синтетических гексаплоидных линий яровой мягкой пшеницы СИММУТ в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России / Б.Б. Наджодов, В.С. Рубец, С.С. Баженова, В.В. Пыльнев // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16, № 6. – С. 34–41. – DOI: 10.31367/2079-8725-2024-95-6-34-41.

50. Насекомые и клещи - вредители сельскохозяйственных культур. Т. 4: Перепончатокрылые и двукрылые / [Э. П. Нарчук, В. А. Тряпицын и др.] ; отв. ред. Э.П. Нарчук, В. А.Тряпицын. – Ленинград : Наука, 1981. – 221 с.

51. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей зерновых культур в СССР / [Л. М. Копанева и др.]. – Ленинград : Колос, 1980. – 335 с.

52. Плавильщиков, Н.Н. Определитель насекомых / Н.Н. Плавильщиков. – Москва : Топиал, 1994. – 544 с.

53. Полонский, В.И. Селекция на содержание антиоксидантов в зерне как перспективное направление для получения продуктов здорового питания / В.И. Полонский, И.Г. Лоскутов, А.В. Сумина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22, № 3. – С. 343–352.

54. Попов, С.Я. Основы химической защиты растений : учебное пособие / С. Я. Попов, Л.А. Дорожкина, В.А. Калинин ; под ред. С.Я. Попова. – Москва : Арт-Лион, 2003. – 208 с.

55. Радченко, Е.Е. Мониторинг генетической структуры краснодарской популяции обыкновенной злаковой тли *Schizaphis graminum* Rondani / Е.Е. Радченко, Т.Л. Кузнецова, Н.В. Алпатьева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 132–134.

56. Радченко, Е.Е. Устойчивость культивируемых злаков к тлям / Е.Е. Радченко // Аграрная наука. – 2019. – № 2. – С. 135–138.

57. Разина, А.А. Устойчивость зерновых культур к болезням и вредителям / А.А. Разина, С.А. Луценко, Ю. С. Корзинников // Сельскохозяйственная биология.

– 2013. – № 5. – С. 93–99. – Режим доступа: <https://www.agrobiology.ru/articles/5-2013razina-rus.pdf>.

58. Россельхозцентр. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2024 году и прогноз развития вредных объектов в 2025 году. – М.: ФГБУ "Россельхозцентр", 2025. – 1239 с. – Режим доступа: <https://rosselhoccenter.ru/upload/iblock/b09/1wq6yn5wwxblbqurgeidj203rg5ekduc/2024-2025.pdf>.

59. Россельхозцентр. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2023 году и прогноз на 2024 год. – М.: ФГБУ "Россельхозцентр", 2024. – 1180 с. – Режим доступа: <https://rosselhoccenter.ru/upload/iblock/2f5/5k7pj112muj4l1l6x7itquxc1vlg61ph/2023-2024.pdf>.

60. Рубец, В.С. Характеристика фиолетовозерных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны России / В.С. Рубец, И.Н. Ворончихина, В.Н. Игонин, В.С. Сидоренко, В.В. Ворончихин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 5. – С. 525–529.

61. Семенова, А.Г. Устойчивость к шведской мухе сортов ячменя / А.Г. Семенова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2014. – № 7. – С. 16–18.

62. Танский, В.И. Биологические основы вредоносности насекомых / В.И. Танский. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 182 с. – DOI: 10.47640/1605-7678_2022_93_178.

63. Танский, В.И. Пшеничный трипс – *Haplothrips tritici* Kurd. (Thysanoptera, Phlaeothripidae), его ареал и зоны вредоносности / В.И. Танский, В. С. Великань, А.Н. Фролов, М.И. Саулич // Вестник защиты растений. – 2006. – № 2. – С. 59–63.

64. Терехов, М.Б. Яровая пшеница / М.Б. Терехов. – Н. Новгород, 2000. – 180с.

65. Уразбаев, А.А. Биологическая эффективность инсектицидов против сосущих вредителей озимой пшеницы / А.А. Уразбаев // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник статей : в 3 кн. Кн. 2. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2017. – С. 308–310.

66. Хитров, Н.Б. Почвы длительного полевого опыта ТСХА / Н.Б. Хитров // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 62–78.
67. Шпанев, А.М. Шведские мухи (Diptera: Chloropidae, *Oscinella* spp.) в агроценозах сельскохозяйственных культур Северо-Запада России / А.М. Шпанев // Труды Русского энтомологического общества. – Санкт-Петербург, 2022. – Т. 93. – С. 178–186.
68. Abbot, P. Chemical ecology and sociality in aphids: opportunities and directions / P. Abbot, J. Tooker, S.P. Lawson // Journal of Chemical Ecology. – 2018. – Vol. 44. – P. 770–784. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-018-0955-z>.
69. Abdel-Aal, E.-S.M. Fractionation of blue wheat anthocyanin compounds and their contribution to antioxidant properties / E.-S.M. Abdel-Aal, A.A. Abou-Arab // J. Agric. Food Chem. – 2008. – Vol. 56. – P. 11171–11177.
70. Abdillayev, M. Wheat thrips (*Haplothrips tritici* Kurd.) damage on grain crops in Uzbekistan / M. Abdillayev, Q. Bababekov // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 421. – Art. 04001. – P. 1–6. – DOI: 10.1051/e3sconf/202342104001.
71. Abdollahdokht, D. Conventional agrochemicals towards nano-biopesticides: an overview on recent advances / D. Abdollahdokht, Y. Gao, S. Faramarz, A. Poustforoosh, M. Abbasi, G. Asadikaram [et al.] // Chem. Biol. Technol. Agric. – 2022. – Vol. 9. – Art. 13. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00281-0>.
72. Achhami, B.B. Antixenosis, antibiosis, and potential yield compensatory response in barley cultivars exposed to wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) under field conditions / B.B. Achhami, G.V.P. Reddy, J.D. Sherman, R.K.D. Peterson, D.K. Weaver // Journal of Insect Science. – 2020. – Vol. 20. – No. 5. – Art. 9. – DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa091>.
73. Adeleke, B.S. Biocontrol mechanisms of endophytic fungi / B.S. Adeleke, M.S. Ayilara, S.A. Akinola, O.O. Babalola // Egyptian Journal of Biological Pest Control. – 2022. – Vol. 32. – Art. 46. – P. 1–17. – DOI: 10.1186/s41938-022-00547-1.

74. Akunne, C.E. Insects: friends or enemies / C.E. Akunne, B.U. Ononye, T.C. Mogbo // Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences. – 2013. – Vol. 2. – P. 134–140.

75. Ammar, M.K. Structural, functional, nutritional composition and analytical profiling of *Triticum aestivum* L. / M.K. Ammar, R.S. Hanafi, M.A. Choucry [et al.] // Applied Biological Chemistry. – 2023. – Vol. 66. – Art. 48. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s13765-023-00804-3>.

76. Anakwue, R. Cardiotoxicity of pesticides: are Africans at risk? / R. Anakwue // Cardiovasc. Toxicol. – 2019. – Vol. 19. – P. 95–104. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s12012-018-9486-7>.

77. Anani, O.A. Effects of toxicant from pesticides on food security: current developments / O.A. Anani, R.R. Mishra, P. Mishra, A.A. Enuneku, G.A. Anani, C.O. Adetunji // Innovations in Food Technology / eds. P. Mishra, R.R. Mishra, C.O. Adetunji. – New York : Springer, 2020. – P. 313–321. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-43969-1_18.

78. Armstrong, J.S., McNew R.W. Resistance in wheat to the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae): mechanism and inheritance // Crop Science. – 1976. – Vol. 16. – P. 828–830. – DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1976.0011183X001600060030x>

79. Arnason, J.T. Natural Products from Plants as Insecticides / J.T. Arnason, S.R. Sims, I.M. Scott // Encyclopedia of Life Support Systems. – 2012. – P. 1–8. – URL: <http://www.eolss.net/sample-chapters/c06/e6-151-13.pdf>.

80. Astarkhanova, T. Effect of thiamethoxam seed treatment on insect pest prevalence and grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / T. Astarkhanova, A.V. Bereznov, F.S. Saquee [et al.] // SABRAO Journal of Breeding and Genetics. – 2024. – Vol. 56. – No. 3. – P. 1072–1082. – DOI: <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.3.15>.

81. Ayilara, M.S. Biopesticides as a promising alternative to synthetic pesticides: a case for microbial pesticides, phytopesticides, and nanobiopesticides / M.S. Ayilara, B.S. Adeleke, S.A. Akinola, C.A. Fayose, U.T. Adeyemi, L.A. Gbadegesin [et al.] // Frontiers

in Microbiology. – 2023. – Vol. 14. – Art. 1040901. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1040901>.

82. Bacci, L. Sampling plan for thrips (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber / L. Bacci, M.C. Picanço, M.F. Moura, A.A. Semeão, F.L. Fernandes, E.G.F. Moraes // Neotropical Entomology. – 2008. – Vol. 37. – No. 5. – P. 582–590.

83. Bakaeva, N.P. Harmful of Wheat trips (*Haplothrips tritici* Kurd.) and its food preferences / N.P. Bakaeva, O.L. Nasyrova, N.Y. Saltykova [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9. – No. 5. – P. 1221–1229.

84. Bálint, A. Micronutrient contents and nutritional values of commercial wheat flours and flours of field-grown wheat varieties — a survey in Hungary / A. Bálint, F. Szira, G. Galiba, M. Rakszegi, I. Monostori // Cereal Research Communications. – 2014. – DOI: <https://doi.org/10.1556/CRC.2013.0059>.

85. Bass, C. The molecular mechanisms of insecticide resistance in aphid crop pests / C. Bass, R. Nauen // Insect Biochemistry and Molecular Biology. – 2023. – Vol. 156. – Art. 103937. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2023.103937>.

86. Bhat, D.M. A systematic checklist and species richness of insect pests associated with vegetable crops in Jammu and Kashmir State (India) / D.M. Bhat, F.A. Ahangar // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2018. – Vol. 6. – P. 328–338.

87. Blackman, R.L. Taxonomic issues / R.L. Blackman, V.F. Eastop // Aphids as Crop Pests / eds. H.F. van Emden, R. Harrington. – Wallingford : CABI, 2007. – P. 1–29. – DOI: <https://doi.org/10.1079/9780851998190.0001>.

88. Bockus, W.W. Compendium of Wheat Diseases and Pests / W.W. Bockus, R.L. Bowden, R.M. Hunger, W.L. Morrill, T.D. Murray, R.W. Smiley. – 3rd ed. – Minnesota : American Phytopathological Society, 2010. – 184 p.

89. Borges, S. Overview of the testing and assessment of effects of microbial pesticides on bees: strengths, challenges and perspectives / S. Borges, A.T. Alkassab, E. Collison, S. Hinarejos, B. Jones, E. McVey [et al.] // Apidologie. – 2021. – Vol. 52. – P. 1256–1277. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-021-00900-7>.

90. Brunner, P.C. A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera: Thripidae) using direct sequencing and a PCR-RFLP-based approach / P.C. Brunner, C. Fleming, J.E. Frey // *Agricultural Entomology*. – 2002. – Vol. 4. – P. 127–136. – DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2002.00132.x>.

91. Cao, H.H. Antibiosis and tolerance but not antixenosis to the grain aphid *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae) are essential mechanisms of resistance in a wheat cultivar / H.H. Cao, M.Z. Pan, H.R. Liu, S.H. Wang, T.X. Liu // *Bulletin of Entomological Research*. – 2015. – Vol. 105. – P. 448–455. – DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485315000322>.

92. Chattopadhyay, P. Recent trends of modern bacterial insecticides for pest control practice in integrated crop management system / P. Chattopadhyay, G. Banerjee, S. Mukherjee // *3 Biotech*. – 2017. – Vol. 7. – Art. 60. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0718-5>.

93. Chowański, S. A Review of Bioinsecticidal Activity of Solanaceae Alkaloids / S. Chowański, Z. Adamski, P. Marciniak, G. Rosiński, E. Büyükgüzel, K. Büyükgüzel, S.A. Bufo // *Toxins*. – 2016. – Vol. 8. – No. 3. – Art. 60. – P. 1–25.

94. Dayan, F.E. Natural products in crop protection / F.E. Dayan, C.L. Cantrell, S.O. Duke // *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. – 2009. – Vol. 17. – No. 12. – P. 4022–4034. – DOI: 10.1016/j.bmc.2009.01.046.

95. De Sousa, T. The 10,000-year success story of wheat! / T. De Sousa, M. Ribeiro, C. Sabença, G. Igrejas // *Foods*. – 2021. – Vol. 10. – No. 9. – Art. 2124. – DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10092124>.

96. Dedryver, C.A. The conflicting relationships between aphids and men: a review of aphid damage and control strategies / C.A. Dedryver, A. Le Ralec, F. Fabre // *Comptes Rendus Biologies*. – 2010. – Vol. 333. – P. 539–553. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.03.009>.

97. Deguine, J.-P. Integrated pest management: good intentions, hard realities / J.-P. Deguine, J.-N. Aubertot, R.J. Flor, F. Lescourret, K.A. Wyckhuys, A. Ratnadass // *Agron. Sustain. Dev.* – 2021. – Vol. 41. – Art. 38. – P. 1–35. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w>.

98. Desneux, N. Integrated pest management of *Tuta absoluta*: practical implementations across different world regions / N. Desneux, P. Han, R. Mansour, J. Arnó, T. Brévault, M.R. Campos [et al.] // *J. Pest Sci.* – 2021. – Vol. 95. – P. 17–39. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01442-8>.

99. Dhaliwal, G.S. Crop losses due to insect pests: global and Indian scenario / G.S. Dhaliwal, V. Jindal, B. Mohindru // *Indian Journal of Entomology.* – 2015. – Vol. 77. – No. 2. – P. 165–168.

100. Dhaliwal, G.S. Insect pest problems and crop losses: changing trends / G.S. Dhaliwal, V. Jindal, A.K. Dhawan // *Indian Journal of Ecology.* – 2010. – Vol. 37. – No. 1. – P. 1–7.

101. Dodiya, R.D. Impact of Pseudo Resistance in Pest Management / R.D. Dodiya, J.V. Italiya // *Biotica Research Today.* – 2022. – Vol. 4. – No. 8. – P. 612–614.

102. El-Wakeil, N.E. Jasmonic acid induces resistance to economically important insect pests in winter wheat / N.E. El-Wakeil, C. Volkmar, A.A. Sallam // *Pest Management Science.* – 2010. – Vol. 66. – No. 5. – P. 549–554. – DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.1914>.

103. FAO. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023. – Rome: FAO, 2023. – 384 p. – DOI: <https://doi.org/10.4060/cc8166en>

104. Farooq, M.A. Comparative efficacy of different pesticide residue mitigation modules in mango / M.A. Farooq, M.J. Arif, M.D. Gogi, A. Nawaz, B. Atta // *Am. J. Biomed. Sci. Res.* – 2019. – Vol. 4. – No. 3. – P. 214–219. – DOI: <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2019.04.000801>.

105. Feledyn-Szewczyk, B. The Effect of Crop Production Systems and Cultivars on Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) Yield in a Long-Term Experiment / B. Feledyn-Szewczyk, K. Jończyk, J. Stalenga // *Agriculture.* – 2024. – Vol. 14, No. 4. – Art. 625. – DOI: 10.3390/agriculture14040625 .

106. Felsenstein, J. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap / J. Felsenstein // *Evolution.* – 1985. – Vol. 39. – P. 783–791.

107. Flinn, M. Categories of resistance to greenbug (Homoptera: Aphididae) biotype I in *Aegilops tauschii* germplasm / M. Flinn, C.M. Smith, J.C. Reese, B. Gill //

Journal of Economic Entomology. – 2001. – Vol. 94, No. 2. – P. 558–563. – DOI: 10.1603/0022-0493-94.2.558.

108. Folmer, M.B. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates / M.B. Folmer, W. Hoeh, R. Lutz, R. Vrijenhoek // Molecular Marine Biology and Biotechnology. – 1994. – Vol. 3, No. 5. – P. 294–299.

109. Garcia, M. The price of the induced defense against pests: a meta-analysis / M. Garcia, M. Martinez, D. Isabel, M.E. Santamaria // Frontiers in Plant Science. – 2021. – Vol. 11. – Art. 615122. – DOI: 10.3389/fpls.2020.61512 .

110. Gavina, M.K.A. Long-term persistence of agricultural pest insects by risk-spreading dispersal / M.K.A. Gavina, K. Aoki, G. Ichinose, J.F. Rabajante, H. Ito, S. Morita [et al.] // Ecological Research. – 2018. – Vol. 33. – P. 1031–1037.

111. Gebretsadik, K.G. Screening and evaluation for antixenosis resistance in wheat accessions and varieties to grain aphid (*Sitobion miscanthi* Takahashi) (Hemiptera: Aphididae) / K.G. Gebretsadik, Y. Zhang, J. Chen // Plants. – 2022. – Vol. 11, No. 8. – Art. 1094. – DOI: 10.3390/plants11081094.

112. Gong, K. Efficient agronomic practices narrow yield gaps and alleviate climate change impacts on winter wheat production in China / K. Gong, L. Rong, Y. Zhang [et al.] // Communications Earth & Environment. – 2025. – Vol. 6. – Art. 290. – DOI: 10.1038/s43247-025-02280-7.

113. Gray, S. Luteovirus-aphid interactions / S. Gray, F.E. Gildow // Annual Review of Phytopathology. – 2003. – Vol. 41. – P. 539–566. – DOI: 10.1146/annurev.phyto.41.012203.105815.

114. Grdiša, M. Botanical insecticides in plant protection / M. Grdiša, K. Gršić // Agriculturae Conspectus Scientificus. – 2013. – Vol. 78, No. 2. – P. 85–93.

115. Grote, U. Food security and the dynamics of wheat and maize value chains in Africa and Asia / U. Grote, A. Fasse, T.T. Nguyen, O. Erenstein // Frontiers in Sustainable Food Systems. – 2021. – Vol. 4. – Art. 617009. – DOI: 10.3389/fsufs.2020.617009.

116. Guerrieri, E. Aphid-plant interactions: a review / E. Guerrieri, M.C. Digilio // *Journal of Plant Interactions*. – 2008. – Vol. 3, No. 4. – P. 223–232. – DOI: 10.1080/17429140801903604.
117. Gupta, S.K. Evaluating the Insecticidal Potential of Alkaloids for the Management of Thrips palmi: In Vivo and In Silico Perspectives / S.K. Gupta, A. Mandal, A. Ghosh [et al.] // *Scientific Reports*. – 2024. – Vol. 14. – Art. 28045. – DOI: 10.1038/s41598-024-77236-6.
118. Hardy, N.B. The evolution of life cycle complexity in aphids: ecological optimization or historical constraint? / N.B. Hardy, D.A. Peterson, C.D. von Dohlen // *Evolution*. – 2015. – Vol. 69, No. 6. – P. 1423–1432. – DOI: 10.1111/evo.12643.
119. Harish, S. Entomopathogenic viruses / S. Harish, M. Murugan, M. Kannan, S. Parthasarathy, S. Prabhukarthikeyan, K. Elango // *Microbial Approaches for Insect Pest Management* / ed. Omkar. – New York : Springer, 2021. – P. 1–57. – DOI: 10.1007/978-981-16-3595-3_1.
120. Hashimi, M.H. Toxic effects of pesticides on humans, plants, animals, pollinators and beneficial organisms / M.H. Hashimi, R. Hashimi, Q. Ryan // *Asian Plant Res. J.* – 2020. – Vol. 5, No. 4. – P. 37–47. – DOI: 10.9734/aprj/2020/v5i430114.
121. Hikal, W.M. Botanical Insecticide as Simple Extractives for Pest Control / W.M. Hikal, R.S. Baeshen, H.A. Said-AlAhl // *Cogent Biology*. – 2017. – Vol. 3, No. 1. – Art. 1404274.
122. Hummadi, E.H. Volatile organic compounds of *Metarhizium brunneum* influence the efficacy of entomopathogenic nematodes in insect control / E.H. Hummadi, A. Dearden, T. Generalovic, B. Clunie, A. Harrott, Y. Cetin [et al.] // *Biol. Control*. – 2021. – Vol. 155. – Art. 104527. – DOI: 10.1016/j.biocontrol.2020.104527.
123. Hunter, M.C. Agriculture in 2050: Recalibrating Targets for Sustainable Intensification / M.C. Hunter, M.C. Smith, M.E. Shipanski, L.W. Atwood, D.A. Mortenson // *BioScience*. – 2017. – Vol. 67, No. 4. – P. 386–391.
124. Hussain, S.S. Wheat genomics: challenges and alternative strategies / S.S. Hussain, R. Qamar // *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*. – 2007. – Vol. 44, No. 4. – P. 305–327.

125. Idris, H. The effect of various essential oil and solvent additives on the botanical pesticide of *Piper aduncum* essential oil on formulation antifungal activity / H. Idris, E. Suryani, H. Gustia, A.I. Ramadhan // *Results Eng.* – 2022. – Vol. 16. – Art. 100644. – DOI: 10.1016/j.rineng.2022.100644.

126. Iqbal, M.F. Effectiveness of some botanical extracts on wheat aphids / M.F. Iqbal, M.H. Kahloon, M.R. Nawaz, M.I. Javaid // *Journal of Animal and Plant Sciences.* – 2011. – Vol. 21, No. 2. – P. 114–115.

127. Jayaraj, R. Organochlorine pesticides their toxic effects on living organisms and their fate in the environment / R. Jayaraj, P. Megha, P. Sreedev // *Interdiscip. Toxicol.* – 2017. – Vol. 9, No. 3-4. – P. 90–100. – DOI: 10.1515/intox-2016-0012.

128. Ji, X. Sublethal effects of imidacloprid on the fitness of two species of wheat aphids, *Schizaphis graminum* (R.) and *Rhopalosiphum padi* (L.) / X. Ji, Y.T. Jiang, T.X. Guo, P. Zhang, X.A. Li, F.B. Kong, B.Z. Zhang // *PloS One.* – 2023. – Vol. 18, No. 11. – Art. e0294877. – DOI: 10.1371/journal.pone.0294877.

129. Jumaev, R. Representatives of Lepidoptera groups in the biocenosis of Uzbekistan and their effective parasite-entomophage types / R. Jumaev, A. Rustamov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – 2022. – Vol. 1068, No. 1. – Art. 012026. – DOI: 10.1088/1755-1315/1068/1/012026.

130. Kamenchenko, S.E. Damage and economic threshold of wheat thrips / S.E. Kamenchenko // *Plant Protection.* – 2012. – No. 3. – P. 22.

131. Kamran, A. Flowering time in wheat (*Triticum aestivum* L.): a key factor for global adaptability / A. Kamran, M. Iqbal, D. Spaner // *Euphytica.* – 2014. – Vol. 197, No. 1. – P. 1–26. – DOI: 10.1007/s10681-014-1075-7.

132. Karakoti, H. Alkaloids as Botanical Pesticides for Plants Protection / H. Karakoti, Himani, S. Mahawer, T. Kabdal, R. Kumar, O. Prakash // *Biopesticides* / ed. by T. Singh. – Singapore : Springer, 2023. – P. 220–236.

133. Karroum, R. Composition and distribution of pests in the genetic collection of spring soft wheat of the Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy / R. Karroum, V.V. Grytsenko // *BIO Web of Conferences.* – 2025. – Vol. 181. – Art. 01005. – DOI: 10.1051/bioconf/202518101005.

134. Khan, A.M. Wheat crop yield losses caused by the aphids infestation / A.M. Khan, A.A. Khan, M. Afzal, M.S. Iqbal // Journal of Biofertilizers & Biopesticides. – 2012. – Vol. 3, No. 4. – Art. 1000122. – DOI: 10.4172/2155-6202.1000122.
135. Khan, M.A. Insect pest resistance: an alternative approach for crop protection / M.A. Khan, Z. Khan, W. Ahmad, B. Paul, S. Paul, C. Aggarwal [et al.] // Crop Production and Global Environmental Issues / ed. by K.R. Hakeem. – Cham : Springer, 2015. – P. 257–282. – DOI: 10.1007/978-3-319-23162-4_11.
136. Kharrat, I. The greenbug, *Schizaphis graminum* Rondani (Hemiptera: Aphididae), in Tunisia: mitochondrial DNA divergence and haplotype inference / I. Kharrat, M. Mezghani Khemakhem, D. Bouktila, H. Makni, M. Makni // Journal of the Entomological Research Society. – 2012. – Vol. 14, No. 3. – P. 77–82.
137. Khursheed, A. Plant-based natural products as potential ecofriendly and safer biopesticides: A comprehensive overview of their advantages over conventional pesticides, limitations and regulatory aspects / A. Khursheed, M.A. Rather, V. Jain, A.R. Wani, S. Rasool, R. Nazir, N.A. Malik, S.A. Majid // Microbial Pathogenesis. – 2022. – Vol. 173, Part A. – Art. 105854. – DOI: 10.1016/j.micpath.2022.105854.
138. Kieckhefer, R. Losses in yield in spring wheat in South Dakota caused by cereal aphids / R. Kieckhefer, B. Kantack // Journal of Economic Entomology. – 1980. – Vol. 73, No. 4. – P. 582–585. – DOI: 10.1093/jee/73.4.582.
139. Kimura, M. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences / M. Kimura // J. Mol. Evol. – 1980. – Vol. 16, No. 2. – P. 111–120.
140. Kinley, Ch. A review on past, present and future approaches for Aphids management / Ch. Kinley, A.N. Banu, A. Raut, J. Wahengbam, T. Jamtsho // Journal of Entomological Research. – 2021. – Vol. 45, No. 2. – P. 336–346. – DOI: 10.5958/0974-4576.2021.00055.4.
141. Kogan, M. Antixenosis - a new term proposed to define Painter's "non-preference" modality of resistance / M. Kogan, E.F. Ortman // Bulletin of the Entomological Society of America. – 1978. – Vol. 24, No. 2. – P. 175–176. – DOI: 10.1093/besa/24.2.175.

142. Kumar, J. An overview of some biopesticides and their importance in plant protection for commercial acceptance / J. Kumar, A. Ramlal, D. Mallick, V. Mishra // *Plants*. – 2021. – Vol. 10, No. 6. – Art. 1185. – DOI: 10.3390/plants10061185.

143. Kumar, V. Effects of organophosphate pesticides on siderophore producing soils microorganisms / V. Kumar, S. Singh, N. Upadhyay // *Biocatal. Agric. Biotechnol.* – 2019. – Vol. 21. – Art. 101359. – DOI: 10.1016/j.bcab.2019.101359.

144. Lage, J. Characterization of greenbug (Homoptera: Aphididae) resistance in synthetic hexaploid wheats / J. Lage, B. Skovmand, S.B. Andersen // *Journal of Economic Entomology*. – 2003. – Vol. 96, No. 6. – P. 1922–1928. – DOI: 10.1093/jee/96.6.1922.

145. Lançon, F. Assessment of the Competitiveness of the Syrian Agriculture: an application to selected representative value chains / F. Lançon // *Syria: From National Independence to Proxy War* / ed. by H. Al-Mallahi. – Cham : Springer, 2018. – P. 145–168.

146. Le Gouis, J. Genome-wide association analysis to identify chromosomal regions determining components of earliness in wheat / J. Le Gouis, J. Bordes, C. Ravel, E. Heumez, S. Faure, S. Praud [et al.] // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2011. – Vol. 124, No. 4. – P. 597–611. – DOI: 10.1007/s00122-011-1732-3.

147. Leimu, R. A meta-analysis of tradeoffs between plant tolerance and resistance to herbivores: combining the evidence from ecological and agricultural studies / R. Leimu, J. Koricheva // *Oikos*. – 2006. – Vol. 112, No. 1. – P. 1–9. – DOI: 10.1111/j.0030-1299.2006.14223.x.

148. Likhatsky, D.M. Dominant species of entomophages of spring wheat during energy-saving tillage in the conditions of the Saratov Volga region / D.M. Likhatsky, L.I. Chekmareva, S.G. Likhatskaya // *Agrarian scientific journal*. – 2015. – No. 4. – P. 17–20.

149. Luo, K. Molecular advances in breeding for durable resistance against pests and diseases in wheat: opportunities and challenges / K. Luo, D. He, J. Guo, G. Li, B. Li, X. Chen // *Agronomy*. – 2023. – Vol. 13, No. 3. – Art. 628. – DOI: 10.3390/agronomy13030628.

150. Mahmood, I. Effects of Pesticides on Environment / I. Mahmood, S.R. Imadi, K. Shazadi, A. Gul, K.R. Hakeem // *Plant, Soil and Microbes: Volume 1:*

Implications in Crop Science / ed. by K.R. Hakeem. – Cham : Springer, 2016. – P. 253–269.

151. Mahmoud, A. Wheat germ: an overview on nutritional value, antioxidant potential and antibacterial characteristics / A. Mahmoud, A. Mohdaly, N. Elneairy // Food and Nutrition Sciences. – 2015. – Vol. 6, No. 2. – P. 265–277. – DOI: 10.4236/fns.2015.62027.

152. Malahlela, M. Nematocidal activity of fermented extracts from *Lantana camara* plant parts against *Meloidogyne javanica* on tomato / M. Malahlela, V.S. Thibane, F.N. Mudau // Int. J. Veg. Sci. – 2021. – Vol. 27, No. 1. – P. 20–28. – DOI: 10.1080/19315260.2019.1697981.

153. Matharu, K.S. Efficacy of different insecticides and biopesticide against wheat aphid / K.S. Matharu, P.S. Tanwar // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2019. – Vol. 7, No. 3. – P. 521–524.

154. Matsuoka, Y. Evolution of polyploid *Triticum* wheats under cultivation: The role of domestication, natural hybridization, and allopolyploid speciation in their diversification / Y. Matsuoka // Plant and Cell Physiology. – 2011. – Vol. 52, No. 5. – P. 750–764.

155. McCauley, D. A Pith(y) solution to a growing problem / D. McCauley // CSA News. – 2020. – Vol. 65, No. 8. – P. 6–11.

156. Mergoum, M. Spring Wheat Breeding / M. Mergoum, P. Singh, J. Anderson, R. Pena, R. Singh, S. Xu, J. Ransom // Handbook of Plant Breeding. Vol. 3: Cereals / ed. by M.J. Carena. – New York : Springer, 2009. – P. 127–156. – DOI: 10.1007/978-0-387-72297-9_3.

157. Misra, H.P. Role of Botanicals, Biopesticides and Bioagents in Integrated Pest Management / H.P. Misra // Odisha Review. – 2014. – Vol. 2. – P. 62–67.

158. Mosulishvili, M. A consolidated list of *Triticum* species and varieties of Georgia to promote repatriation of local diversity from foreign genebanks / M. Mosulishvili, D. Bedoshvili, I. Maisaia // Annals of Agrarian Science. – 2017. – Vol. 15, No. 1. – P. 61–70.

159. Mouden, S. Host plant resistance to thrips (Thysanoptera: Thripidae) – current state of art and future research avenues / S. Mouden, K.A. Leiss // *Current Opinion in Insect Science*. – 2021. – Vol. 45. – P. 28–34. – DOI: 10.1016/j.cois.2020.11.011.
160. Moudrý, J. Ancient wheat species can extend biodiversity of cultivated crops / J. Moudrý, P. Konvalina, Z. Stehno, I. Capouchová, J. Moudrý // *Scientific Research and Essays*. – 2011. – Vol. 6, No. 20. – P. 4273–4280. – DOI: 10.5897/SRE11.1220.
161. Mound L.A. Thrips as crop pests / L.A. Mound // *Biological Diversity* / ed. by R. Biodiversity. – Wallingford : CAB International, 1997. – P. 198–215.
162. Mound, L.A. Thysanoptera / L.A. Mound, G.D. Morison, B.R. Pitkin, J.M. Palmer // *Handbooks for the Identification of British Insects*. – London : Royal Entomological Society, 1976. – Vol. 1, Pt. 11. – 79 p.
163. Murtaza, G. Effectiveness of different traps for monitoring sucking and chewing insect pests of crops / G. Murtaza, M. Ramzan, M.U. Ghani, N. Munawar, M. Majeed, A. Perveen [et al.] // *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, A. Entomology*. – 2019. – Vol. 12, No. 4. – P. 15–21.
164. Nikkhah, M. Synergistic Effects of some Essential Oils against Fungal Spoilage on Pear Fruit / M. Nikkhah, M. Hashemi, B. Mohammad, N. Habibi, R. Farhoosh // *International Journal of Food Microbiology*. – 2017. – Vol. 257. – P. 285–294.
165. Onipe, O.O. Composition and functionality of wheat bran and its application in some cereal food products / O.O. Onipe, A.I.O. Jideani, D. Beswa // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2015. – Vol. 50, No. 12. – P. 2509–2518. – DOI: 10.1111/ijfs.12935.
166. Onstad, D.W. Arthropod resistance to crops / D.W. Onstad, L. Knolhoff // *Insect Resistance Management* / ed. by D.W. Onstad. – 2nd ed. – Oxford : Academic Press, 2014. – P. 293–326. – DOI: 10.1016/B978-0-12-396955-2.00009-1.
167. Ozturk, A. Growth and field response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates / A. Ozturk, O. Caglar, S. Bulut // *Journal of Agronomy and Crop Science*. – 2006. – Vol. 192, No. 1. – P. 10–16. – DOI: 10.1111/j.1439-037X.2006.00187.x.

168. Painter, R.H. The economic value and biologic significance of insect resistance in plants / R.H. Painter // *Journal of Economic Entomology*. – 1941. – Vol. 34, No. 3. – P. 358–367. – DOI: 10.1093/jee/34.3.358.
169. Pan, X. Nanobiopesticides in sustainable agriculture: developments, challenges, and perspectives / X. Pan, X. Guo, T. Zhai, D. Zhang, W. Rao, F. Cao [et al.] // *Environ. Sci. Nano*. – 2023. – Vol. 10, No. 1. – P. 41–61. – DOI: 10.1039/D2EN00605G.
170. Pavlova, V. Future changes in spring wheat yield in the European Russia as inferred from a large ensemble of high-resolution climate projections / V. Pavlova, I. Shkolnik, A. Pikaleva [et al.] // *Environmental Research Letters*. – 2019. – Vol. 14, No. 3. – Art. 034010. – DOI: 10.1088/1748-9326/aaf8be.
171. Peccoud, J. Evolutionary history of aphid-plant associations and their role in aphid diversification / J. Peccoud, J.C. Simon, C. von Dohlen, A. Coeur d'acier, M. Plantegenest, F. Vanlerberghe-Masutti [et al.] // *Comptes Rendus Biologies*. – 2010. – Vol. 333, No. 6-7. – P. 474–487. – DOI: 10.1016/j.crv.2010.03.005.
172. Peirce, E.S. Solid stems and beyond: challenges and future directions of resistance to wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) / E.S. Peirce, D.M. Cockrell, E. Mason, S. Haley, F. Peairs, P. Nachappa // *Journal of Integrated Pest Management*. – 2022. – Vol. 13, No. 1. – Art. 29. – DOI: 10.1093/jipm/pmac023.
173. Péliissié, B. Rapid evolution in insect pests: the importance of space and time in population genomics studies / B. Péliissié, M.S. Crossley, Z.P. Cohen, S.D. Schoville // *Current Opinion in Insect Science*. – 2018. – Vol. 26. – P. 8–16. – DOI: 10.1016/j.cois.2017.12.008.
174. Pelosi, C. Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: a silent threat? / C. Pelosi, C. Bertrand, G. Daniele, M. Coeurdassier, P. Benoit, S. Nélieu [et al.] // *Agric. Ecosyst. Environ.* – 2021. – Vol. 305. – Art. 107167. – DOI: 10.1016/j.agee.2020.107167.
175. Pertile, M. Responses of soil microbial biomass and enzyme activity to herbicides imazethapyr and flumioxazin / M. Pertile, J.E.L. Antunes, F.F. Araujo, L.W. Mendes, P.J. Van den Brink, A.S.F. Araujo // *Sci. Rep.* – 2020. – Vol. 10, No. 1. – Art. 7694. – P. 1–9. – DOI: 10.1038/s41598-020-64648-3.

176. Porter, D.R. Mechanisms of Hessian fly resistance in wheat / D.R. Porter, J.A. Webster // *Entomologia Experimentalis et Applicata*. – 1982. – Vol. 31, No. 2-3. – P. 335–343. – DOI: 10.1111/j.1570-7458.1982.tb03149.x.
177. Porter, D.R. Resistance in wheat to the Hessian fly / D.R. Porter, J.A. Webster // *Crop Science*. – 1976. – Vol. 16, No. 2. – P. 227–230. – DOI: 10.2135/cropsci1976.0011183X001600020016x.
178. Rabbinge, R. Damage effects of cereal aphids in wheat / R. Rabbinge, E.M. Drees, M. van der Graaf, F.C.M. Verberne, A. Wesselo // *Netherlands Journal of Plant Pathology*. – 1981. – Vol. 87, No. 6. – P. 217–232. – DOI: 10.1007/BF02084437.
179. Raja N. Botanicals: Sources for Eco-Friendly Biopesticides / N. Raja // *Journal of Biofertilizers & Biopesticides*. – 2014. – Vol. 5, No. 4. – Art. e122.
180. Rakhimol, K. Controlled Release of Pesticides for Sustainable Agriculture / K. Rakhimol, S. Thomas, T. Volova, K. Jayachandran. – New York : Springer, 2020. – 206 p.
181. Regnault-Roger, C. Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-Stakes World / C. Regnault-Roger, C. Vincent, J.T. Arnason // *Annual Review of Entomology*. – 2012. – Vol. 57. – P. 405–424. – DOI: 10.1146/annurev-ento-120710-100554.
182. Ribeiro-Junior, M.R. Molecular identification of thrips species in Brazilian agroecosystems / M.R. Ribeiro-Junior, F. Barreto da Silva, J.M. Marubayashi [et al.] // *Phytoparasitica*. – 2024. – Vol. 52, No. 1. – Art. 79. – DOI: 10.1007/s12600-024-01198-8.
183. Rochow, W.F. Variation within *Rhopalosiphum padi* and transmission of barley yellow virus by clones of four aphid species / W.F. Rochow, V.F. Eastop // *Virology*. – 1966. – Vol. 30, No. 2. – P. 286–296.
184. Rosenthal, J.P. Terrestrial plant tolerance to herbivory / J.P. Rosenthal, P.M. Kotanen // *Trends in Ecology & Evolution*. – 1994. – Vol. 9, No. 4. – P. 145–148. – DOI: 10.1016/0169-5347(94)90180-5.
185. Royer, T.A. Greenbug (Hemiptera: Aphididae) biology, ecology, and management in wheat and sorghum / T.A. Royer, B.B. Pendleton, N.C. Elliott, K.L. Giles

// Journal of Integrated Pest Management. – 2015. – Vol. 6, No. 1. – Art. 19. – DOI: 10.1093/jipm/pmv018.

186. Sabarwal, A. Hazardous effects of chemical pesticides on human health—cancer and other associated disorders / A. Sabarwal, K. Kumar, R.P. Singh // Environ. Toxicol. Pharmacol. – 2018. – Vol. 63. – P. 103–114. – DOI: 10.1016/j.etap.2018.08.018.

187. Saitou, N. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees / N. Saitou, M. Nei // Molecular Biology and Evolution. – 1987. – Vol. 4, No. 4. – P. 406–425.

188. Saleem, U. Efficacy of plant extracts and selective insecticides against wheat aphid in Faisalabad, Pakistan / U. Saleem, M. Asrar, D. Hussain, S. Hussain, A. Ghaffar, H. Usman, M. Imran, M. Saleem, M. Hamid // Journal of Innovative Sciences. – 2023. – Vol. 9, No. 1. – P. 65–71. – DOI: 10.17582/journal.jis/2023/9.1.65.71.

189. Sharma, A. Host plant resistance to insect pests in wheat / A. Sharma, V. Mendu, G.V.P. Reddy // Plant Resistance to Insects in Major Field Crops / ed. by S. Kumar, M. Furlong. – Singapore : Springer, 2024. – P. 123–140. – DOI: 10.1007/978-981-99-7520-4_5.

190. Shestakova, N. Adaptation of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) to steppe and dry steppe growing conditions / N. Shestakova, V. Shelia, A. Absattarova, V. Shvidchenko, D. Nurpeissov, Y. Gordeyeva [et al.] // Cogent Food & Agriculture. – 2024. – Vol. 10, No. 1. – Art. 2412732. – DOI: 10.1080/23311932.2024.2412732.

191. Shivkumara, K.T. Botanical insecticides; prospects and way forward in India: A review / K.T. Shivkumara, G.N. Manjesh, R. Satyajit, P. Manivel // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2019. – Vol. 7, No. 3. – P. 206–211.

192. Shurovenkov, Yu.B. Influence of wheat thrips on sowing qualities and regenerative capacity of spring wheat in the Trans-Urals / Yu.B. Shurovenkov // Ecology of Harmful and Beneficial Insects : сборник статей. – Voronezh, 2012. – P. 62–73.

193. Simon, J.C. Rapid evolution of aphid pests in agricultural environments / J.C. Simon, J. Peccoud // Current Opinion in Insect Science. – 2018. – Vol. 26. – P. 17–24. – DOI: 10.1016/j.cois.2017.12.009.

194. Singh, B. Characterisation of bird cherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) behaviour and aphid host preference in relation to partially resistant and susceptible wheat landraces / B. Singh, A. Simon, K. Halsey, S. Kurup, S. Clark, G. Aradottir // *Annals of Applied Biology*. – 2020. – Vol. 177, No. 2. – P. 223–233. – DOI: 10.1111/aab.12616.
195. Singh, B. Control of insect pests in crop plants and stored food grains using plant saponins: a review / B. Singh, A. Kaur // *LWT - Food Science and Technology*. – 2018. – Vol. 87. – P. 93–101. – DOI: 10.1016/j.lwt.2017.08.077.
196. Singh, G. Food plant records of Aphidini (Aphidinae: Aphididae: Hemiptera) in India / G. Singh, R. Singh // *Journal of Entomology and Zoology Studies*. – 2017. – Vol. 5, No. 4. – P. 1280–1302.
197. Singh, H. Pathogenicity of entomopathogenic fungi against the aphid and the whitefly species on crops grown under greenhouse conditions in India / H. Singh, T. Kaur // *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. – 2020. – Vol. 30, No. 1. – Art. 9. – P. 1–8.
198. Singh, R. Diversity of host plants of aphids (Homoptera: Aphididae) infesting Asteraceae in India / R. Singh, G. Singh, A.K. Tiwari, S. Patel, R. Agrawal // *International Journal of Zoology*. – 2015. – Vol. 1, No. 1. – P. 137–167.
199. Smith, C.M. Molecular bases of plant resistance to arthropods / C.M. Smith, S.L. Clement // *Annual Review of Entomology*. – 2012. – Vol. 57. – P. 309–328. – DOI: 10.1146/annurev-ento-120710-100642.
200. Smith, C.M. *Plant Resistance to Arthropods: Molecular and Conventional Approaches*. Dordrecht: Springer, 2005. –P. 423. – DOI: <https://doi.org/10.1007/1-4020-3702-3>
201. Smith, C.M. Registration of KSU29, KSU30, and KSU31 wheat germplasms resistant to greenbug and Russian wheat aphid / C.M. Smith, M.K. Harris // *Crop Science*. – 1989. – Vol. 29, No. 1. – P. 248–249. – DOI: 10.2135/cropsci1989.0011183X002900010062x.

202. Smith, C.M. Resistance to greenbug (Heteroptera: Aphididae) biotype I in *Aegilops tauschii* synthetic wheats / C.M. Smith, S. Starkey // *Journal of Economic Entomology*. – 2003. – Vol. 96, No. 5. – P. 1571–1576. – DOI: 10.1093/jee/96.5.1571.
203. Stankovic, S. Practical Approaches to Pest Control: The Use of Natural Compounds / S. Stankovic, M. Kostic, I. Kostic, K. Krnjajic // *Pests-Classification, Management and Practical Approaches* / ed. by A. Farzana. – London : IntechOpen, 2020. – P. 1–18.
204. Stevenson, P.C. Pesticidal Plants in Africa: A Global Vision of New Biological Control Products from Local Uses / P.C. Stevenson, M.B. Isman, S.R. Belmain // *Industrial Crops and Products*. – 2017. – Vol. 110. – P. 2–9. – DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.08.034.
205. Stowe, K.A. The evolutionary ecology of tolerance to consumer damage / K.A. Stowe, R.J. Marquis, C.G. Hochwender, E. L. Simms // *Annual Review of Ecology and Systematics*. – 2000. – Vol. 31. – P. 565–595. – DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.31.1.565.
206. Strauss, S.Y. The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory / S.Y. Strauss, A.A. Agrawal // *Annual Review of Ecology and Systematics*. – 1999. – Vol. 30. – P. 565–595. – DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.30.1.565.
207. Syromyatnikov, M.Y. The effect of pesticides on the microbiome of animals / M.Y. Syromyatnikov, M.M. Isuwa, O.V. Savinkova, M.I. Derevshchikova, V.N. Popov // *Agriculture*. – 2020. – Vol. 10, No. 3. – Art. 79. – P. 1–14. – DOI: 10.3390/agriculture10030079.
208. Tadesse, W. Insect resistance / W. Tadesse, M. Harris, L.A. Crespo-Herrera, B.A. Mori, Z. Kehel, M. El-Bouhssini // *Wheat Improvement: Food Security in a Changing Climate* / ed. by M.P. Reynolds, H.J. Braun. – Cham : Springer, 2022. – P. 361–378. – DOI: 10.1007/978-3-030-90673-3_21.
209. Taillebois, E. Neonicotinoid Insecticides Mode of Action on Insect Nicotinic Acetylcholine Receptors Using Binding Studies / E. Taillebois, A. Cartereau, A.K. Jones, S.H. Thany // *Pesticide Biochemistry and Physiology*. – 2018. – Vol. 151. – P. 59–66.

210. Tamura, K. MEGA 11: Molecular evolutionary genetics analysis version 11 / K. Tamura, G. Stecher, S. Kumar // *Molecular Biology and Evolution*. – 2021. – Vol. 38, No. 7. – P. 3022–3027. – DOI: 10.1093/molbev/msab120.
211. Tan, C.T. Development and validation of KASP markers for the greenbug resistance gene Gb7 and the Hessian fly resistance gene H32 in wheat / C.T. Tan, H. Yu, Y. Yang, X. Xu, M. Chen, J.C. Rudd [et al.] // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2017. – Vol. 130, No. 9. – P. 1867–1884. – DOI: 10.1007/s00122-017-2930-4.
212. Tang, G. Increasing temperature reduces wheat resistance mediated by major resistance genes to *Mayetiola destructor* (Diptera: Cecidomyiidae) / G. Tang, X. Liu, G.H. Chen, R.J. Witworth, M.S. Chen // *Journal of Economic Entomology*. – 2018. – Vol. 111, No. 3. – P. 1433–1438. – DOI: 10.1093/jee/toy072.
213. Tansky, V.I. Damage of wheat thrips / V.I. Tansky // *Plant Protection*. – 2010. – No. 7. – P. 23–25.
214. Tiffin, P. Are tolerance, avoidance, and antibiosis evolutionarily and ecologically equivalent responses of plants to herbivores? / P. Tiffin // *The American Naturalist*. – 2000. – Vol. 155, No. 1. – P. 128–138. – DOI: 10.1086/303301.
215. Tomizawa, M. Neonicotinoid Insecticide Toxicology: Mechanisms of Selective Action / M. Tomizawa, J.E. Casida // *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. – 2005. – Vol. 45. – P. 247–268. – DOI: 10.1146/annurev.pharmtox.45.120403.095930.
216. Uzun, Yiğit A. Molecular characterization of *Haplothrips cerealis* Priesner 1939 as a synonym of *Haplothrips tritici* (Kurdjumov, 1912) / A. Uzun Yiğit, O. Demirözer, C. Güçlü // *International Journal of Tropical Insect Science*. – 2024. – Vol. 44, No. 3. – P. 1383–1389. – DOI: 10.1007/s42690-024-01239-z.
217. Voss, T.S. Yield losses in maturing spring wheat caused by cereal aphids (Homoptera: Aphididae) under laboratory conditions / T.S. Voss, R.W. Kieckhefer, B.W. Fuller, M.J. McLeod, D.A. Beck // *Journal of Economic Entomology*. – 1997. – Vol. 90, No. 5. – P. 1346–1350. – DOI: 10.1093/jee/90.5.1346.
218. Wang, H. Molecular identification of thrips species infesting cotton in the Southeastern United States / H. Wang, G.G. Kennedy, F.P.F. Reay-Jones, D.D. Reisig,

M.D. Toews, P.M. Roberts [et al.] // Journal of Economic Entomology. – 2018. – Vol. 111, No. 2. – P. 892–898. – DOI: 10.1093/jee/toy036.

219. Watt, A.D. The effect of cereal growth stages on the reproductive activity of *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* / A.D. Watt // Annals of Applied Biology. – 1979. – Vol. 91, No. 2. – P. 147–157. – DOI: 10.1111/j.1744-7348.1979.tb06500.x.

220. Webster, J.A. Leaf pubescence effects in wheat on yellow sugarcane aphids and greenbugs (Homoptera: Aphididae) / J.A. Webster, C. Inayatullah, M. Hamissou, K.A. Mirkes // Journal of Economic Entomology. – 1994. – Vol. 87, No. 1. – P. 231–240. – DOI: 10.1093/jee/87.1.231.

221. Webster, J.A. Plant resistance components of two greenbug (Homoptera: Aphididae) resistant wheats / J.A. Webster, D.R. Porter // Journal of Economic Entomology. – 2000. – Vol. 93, No. 3. – P. 1000–1004. – DOI: 10.1603/0022-0493-93.3.1000.

222. Wuletaw, T. Wheat Breeding for Resistance to Major Insect Pests / T. Wuletaw, H. Marion, H. Leonardo Crespo, K. Zakeria, B. Mustapha El // Agri Res & Tech: Open Access J. – 2021. – Vol. 25, No. 5. – Art. 556321. – DOI: 10.19080/ARTOAJ.2021.25.556321.

223. Yi, Z. Insect diversity: addressing an important but strongly neglected research topic in China / Z. Yi, F. Jinchao, X. Dayuan, S. Weiguo, J. Axmacher // Journal of Resources and Ecology. – 2011. – Vol. 2, No. 4. – P. 380–384.

224. Zhang, H., Li Y., Liu W., Sun Y., Tang J., Che J., Yang S., Wang X., Zhang R. Genetic Analysis of Adaptive Traits in Spring Wheat in Northeast China // Life. – 2024. – Vol. 14, № 2. – P. 168. – DOI: 10.3390/life14020168.

225. Zhang, M. Effect of nitrogen levels and nitrogen ratios on lodging resistance and yield potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / M. Zhang, H. Wang, Y. Yi, J. Ding, M. Zhu, C. Li [et al.] // PLoS ONE. – 2017. – Vol. 12, No. 11. – Art. e0187543. – DOI: 10.1371/journal.pone.0187543.

226. Zhao, C. A massive expansion of effector genes underlies gall-formation in the wheat pest *Mayetiola destructor* / C. Zhao, L.N. Escalante, H. Chen, T.R. Benatti, J.

Qu, S. Chellapilla [et al.] // *Current Biology*. – 2015. – Vol. 25, No. 5. – P. 613–620. – DOI: 10.1016/j.cub.2014.12.057.

227. Zhichkina, L.N. Population dynamics of wheat and predatory thrips in agroecosystems of spring wheat and barley / L.N. Zhichkina // *Agrotechnical method of protecting plants from harmful microorganisms : materials of the 4th Intern. scientific-practical conf.* – Krasnodar, 2007. – P. 163–165.

228. Zhichkina, L.N. Seasonal population dynamics and harmfulness of wheat thrips in agroecosystems of grain crops / L.N. Zhichkina, V.V. Nosov, K.A. Zhichkin // *Agriculture*. – 2023. – Vol. 13, No. 1. – Art. 148. – DOI: 10.3390/agriculture13010148.

229. Zhu, Y. Temperature modulates plant defense responses through NB-LRR proteins / Y. Zhu, W. Qian, J. Hua // *PLoS Pathogens*. – 2010. – Vol. 6, No. 4. – Art. e1000844. – DOI: 10.1371/journal.ppat.1000844.

230. Zimnyakov, V.M. Wheat production trends in Russia / V.M. Zimnyakov, A.A. Kurochkin, S.V. Bogomazov, E.N. Varlamova // *Innovative Engineering and Technology*. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–55.

231. Zukoff, A. Wheat insect pest management / A. Zukoff, B.P. McCornack, R.J. Whitworth. – Kansas State University, 2023. – 12 p.

232. В Вавиловской коллекции выявили образцы ячменя, устойчивые к злаковой тле [Электронный ресурс] // *Научная Россия*. — 20 марта 2024. — Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/articles/v-vavilovskoj-kollekcii-vyavili-obrazcy-acmena-ustojcivye-k-zlakovoj-tle> (дата обращения: 13.08.2025).

233. Завершившееся московское лето в цифрах [Электронный ресурс] // Гидрометцентр России : [сайт]. — Режим доступа: <https://meteoinfo.ru/novosti/19573-o-moskovskom-lete-2> (дата обращения: 01.04.2025).

234. Имидаклоприд: описание, механизм действия, инсектицид, применение, токсичность // *Дезресурсы* – Санкт-Петербург, © 2015. – Режим доступа: <https://dezresursy.ru/imidaklopid> (дата обращения: 14.08.2025).

235. Информационное агентство ТАСС. В Москве 2024 год стал самым тёплым за 245 лет наблюдений // ТАСС. — 31 декабря 2024. — [электронный

ресурс]. — Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/22807523> (дата обращения 11.08.2025).

236. Мировой и российский рынок твёрдой пшеницы и пути его развития [Электронный ресурс] // Национальная ассоциация производителей макаронных изделий (НАПМИ). — 2024. — Режим доступа: https://www.pastaunion.ru/НАПМИ%20Страницы%20из%20BLOCK03-2024%20Low_FINAL_1902_2024.pdf (дата обращения: 27.09.2025).

237. Неоникотиноиды: описание, механизм действия, инсектициды, применение, токсичность // Дизресурсы – Санкт-Петербург, 2015. – Режим доступа: <https://dezresursy.ru/neonikotinoidy> (дата обращения: 14.08.2025).

238. НПК Химия. Хлебный клопик [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://npk-x.ru/vrednieob/hlebnyj-klopik/> (дата обращения: 10.04.2025).

239. Озимая и яровая пшеницы [Электронный ресурс] // Центр 71.- 2016.- Режим доступа: <https://www.n71.ru/news/section55/show60495/> (дата обращения: 27.05.2025)

240. Пиридинкарбоксамиды [Электронный ресурс] // Пестициды.ru. – 2022. – 17 мая ; обновлено 26.08.2024. — Режим доступа: https://www.pesticidy.ru/group_substances/Пиридинкарбоксамиды (дата обращения: 14.08.2025).

241. Погода на 2022 года в Москве: аномалии и рекорды [Электронный ресурс] // Ginfo.ru : [сайт]. — Режим доступа: <https://ginfo.ru/pogoda-2022/> (дата обращения: 01.04.2025)

242. Прошедшее лето в Москве было теплее нормы на 2 градуса [Электронный ресурс] // Интерфакс : [информационное агентство]. — Режим доступа: <https://www.interfax.ru/moscow/978849> (дата обращения: 05.07.2024).

243. Пшеница Мягкая Яровая [Электронный ресурс] // Главагроном : агропортал .— Режим доступа: <https://glavagronom.ru/base/seeds?page=1&cultures=pshenica&types=pshenica-myagkaya-yarovaya> (дата обращения: 01.04.2025).

244. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева». История Полевой опытной станции : [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.timacad.ru/about/struktura-universiteta/nauchnye-podrazdeleniia/polevaia-opytnaia-stantsiia/istoriia> (дата обращения: 03.04.2025).

245. Центр ФОБОС. 2022 год в Москве оказался на 2 ° теплее нормы // МетеоВести. — 1 янв. 2023. — [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.meteovesti.ru/news/1672559826651-2022-god-v-moskve-okazalsya-na-2deg-teplee-normy> (дата обращения 11.08.2025).

246. Экспертно-аналитический центр агробизнеса. Яровая пшеница. Посевные площади, валовые сборы и урожайность в 2023 году [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/yarovaya-pshenica-posevnye-ploschadi-valovye-sbory-i-urozhaynost-v-2023-godu> (дата обращения 08.08.2025).

247. Яровая пшеница Ласка Элиа / [Электронный ресурс] // Агросервер : [сайт]. — Режим доступа: <https://agroserver.ru/b/yarovaya-pshenitsa-laska-elia-1349738.htm> (дата обращения: 15.05.2025).

248. Agriculture and Agri-Food Canada. Spatial density of spring wheat in Canada [Электронный ресурс] // Government of Canada.— Режим доступа: <https://open.canada.ca/data/dataset/0a8b89c1-d74c-492d-8bf6-26fad5f51290> (дата обращения: 05.05.2025).

249. DANKO. Mandaryna 2 [Электронный ресурс] // DANKO Plant Breeding. – Режим доступа: <https://danko.pl/en/odmiany-type/mandaryna-2/> (дата обращения: 15.05.2025).

250. FAO. Erratic weather and prolonged conflict take toll on Syria's agricultural output. 2018.— Режим доступа: <https://www.fao.org/newsroom/detail/Erratic-weather-and-prolonged-conflict-take-toll-on-Syria-s-agricultural-output/zh> (дата обращения: 25.05.2025).

251. Foreign Agricultural Service. Russia Wheat: MY 2025/26 Outlook [Электронный ресурс]. – USDA, 2025. – Режим доступа:

<https://ipad.fas.usda.gov/highlights/2025/05/Russia/index.pdf> (дата обращения: 03.09.2025).

252. Foreign Agricultural Service. World Agricultural Producti [Электронный ресурс]. – USDA, 2025. – Режим доступа: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> (дата обращения: 03.09.2025).

253. Robson M. Climate change, conflict severely shrink grain crop in Syria – FAO. 2022. – URL: <https://npasyria.com/en/84283/> (дата обращения: 25.05.2025).

254. Statista. Leading wheat producing U.S. states in 2023 and 2024 (in 1,000 bushels) [Электронный ресурс]. 2025.– Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/190376/top-us-states-in-wheat-production/> (дата обращения: 03.04.2023).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Дифференциация сортовых образцов в блоках генетической коллекции яровой пшеницы по суммарным данным учетов заселения шведскими мухами в 2022-2024 гг.

Группы заселения вредителями	Блок 1		Блок 2		Блок 3	
	Сортовые образцы №№	Численность/экз.	Сортовые образцы №№	Численность /экз.	Сортовые образцы №№	Численность/экз.
Слабо заселены	15,8	6,1±0,8 а	23,17,21	5,2±0,8 а	33,43,42	7,1±0,8 а
Средне заселены	3,6,1,9,12 5,10,4,7, 11	9,4±0,6 b	18,16,24, 19,27,26, 25,30,22, 20	9,5±0,7 b	38,44,34, 45,32,35, 31,40,36	11,3±0,8 b
Сильно заселены	2,13,14	15,3±1,2 с	28	25,0±1, 2 с	39,41,37	17,4±1,3 с

Примечания: Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения. а,b,c обозначения значимости различий; при совпадении букв различия между группами не значимы (P>0,05)

Приложение Б

Выделение сортов и линий яровой пшеницы (№№ образцов) устойчивых к
шведским мухам

Год	Учет	Блок			
		№1	№2	№3	
2022	КС 1	8,12,6,9,15*	21,30,17,29***	34,44,37***	
	КС 2	3,4,15,8,9**	-	-	
2023	КС 1	-	-	-	
	КС 2	9,7,10,15**	17,16,18***	44,43,42***	
2024	КС 1	5,6,3,15**	21,23,18***	39,43,45***	
	КС 2	-	-	-	
По сумме данных 2022-2024		КС	15,8**	23,17,21***	33,43,42***

Примечания: Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения. Статистическая значимость выделения группы: * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$.
– анализ заселения сортовых образцов не проводили ввиду низкого фона численности. КС 1,2 – 1,2 учета кошением сачком.

Приложение В

Дифференциация сортовых образцов в блоках генетической коллекции яровой пшеницы по суммарным данным учетов заселения хлебным клопиком в 2022-2024

гг.

Группы заселения вредителями	Блок 1		Блок 2		Блок 3	
	Сортовые образцы №№	Численность /экз.	Сортовые образцы №№	Численность /экз.	Сортовые образцы №№	Численность/экз.
Слабо заселены	6,9,10	17,0±0,8 а	17,25,26,30	15,5±1,0 а	42,32	19,2±3,0 а
Средне заселены	11,5,8,4,3,7,15,12	20,8±1,3 b	29,27,28,22 24,23,19,20 18	22,0±1,0 b	38,39,31,43 36,41,37,40 44,34	25,4±0,6 b
Сильно заселены	1,2,13,14	26,4±1,5 с	16,21	31,2±2,7 с	33,35,45	30,9±1,2 с

Примечания: Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения. а,b,c обозначения значимости различий; при совпадении букв различия между группами не значимы ($P>0,05$).

Приложение Г

Выделение сортов и линий яровой пшеницы (№№ образцов) устойчивых к хлебным клопиком

Год	Учет	Блок		
		№1	№2	№3
2022	КС 1	-	-	-
	КС 2	7,8,9,5**	30,24,22,27,28*	32,37,40
2023	КС 1	9,3,6,14	23,18***	38,31,41**
	КС 2	8,12	25,28,26,27***	42,32,39**
2024	КС 1	3,4,10	25,17,29***	32,31,42***
	КС 2	6,7**	17,28,30***	39,32,34,42**
По сумме данных 2022-2024		КС	6,9,10*	17,25,26,30***
				42,32*

Примечания: Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения. Статистическая значимость выделения группы: * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$.
 – анализ заселения сортовых образцов не проводили ввиду низкого фона численности. КС 1,2 – 1,2 учеты кошением сачком.

Приложение Д

Дифференциация сортовых образцов в блоках генетической коллекции яровой пшеницы по суммарным данным учетов заселения злаковыми тлями в 2022-2024

гг.

Группы заселения вредителями	Блок 1		Блок 2		Блок 3	
	Сортовые образцы №№	Численность /экз.	Сортовые образцы №№	Численность /экз.	Сортовые образцы №№	Численность/экз.
Учеты кошением сачком						
Слабо заселены	12,9	13,2±1,1 а	28,20,26	15,5±1,0 а	34,36	14,5±0,9 а
Средне заселены	8,4,15,3,13 4,11,1,2,6	17,7±0,6 b	30,25,27,18 29,19,22,24	22,0±1,0 b	31,42,38,39 35,32,33,44 43	21,1±0,8 b
Сильно заселены	7,5,10	21,3±2,0 с	17,23,21,16	31,2±2,7 с	41,45,37,40	27,3±1,9 с
Визуальные учеты на колосьях						
Слабо заселены	3,15,7	6,7±0,7 а	22,29	2,8±0,9 а	36,32,44	3,7±0,5 а
Средне заселены	1,11,5,9,14 13,12,4,8	10,3±0,7 b	16,20,30,25 24,27,28,19 26	5,8±0,5 b	37,40,31,33 41,34,39,42 43	9,0±0,8 b
Сильно заселены	10,6,2	12,7±1,3 b	21,17,23,18	10,3±1,3 с	38,45,35	14,9±2,0 с

Примечания: Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения; а, b, c обозначения значимости различий; при совпадении букв различия между группами не значимы ($P > 0,05$)

Приложение Е

Выделение сортов и линий яровой пшеницы (№№ образцов) устойчивых к
злаковым тлям

Год	Учет	Блок 1	Блок 2	Блок 3
2022	КС 1	-	-	-
	КС 2	3,7,6,15	-	-
	Виз	7,11,3,15*	16,22,28***	36,32,40,44*
2023	КС 1	-	-	-
	КС 2	12,8,9,13***	28,20***	36,34*
	Виз	3,10,12	24,29,30***	37,44,33,32*
2024	КС 1	2,1,7***	26,17*	39,38,31,34*
	КС 2	4**	27,23,28*	31,34,41**
	Виз	-	-	-
По сумме данных 2022- 24	КС	12,9***	28,20,26***	34,36***
	Виз	3,15,7***	22,29**	36,32,44***

Примечания: Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения. Статистическая значимость выделения группы: * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$.
– анализ заселения сортовых образцов не проводили ввиду низкого фона численности. КС 1,2 – 1,2 учета кошением сачком; Виз – визуальный учет.

Приложение Ж

Дифференциация сортовых образцов в блоках генетической коллекции яровой пшеницы по суммарным данным учетов заселения злаковыми трипсами в 2022-2024 гг.

Группы заселения вредителями	Блок 1		Блок 2		Блок 3	
	Сортовые образцы №№	Численность/экз.	Сортовые образцы №№	Численность/экз.	Сортовые образцы №№	Численность/экз.
Учеты кошением сачком						
Слабо заселены	12,6	18,7±1,3 а	20,18	18,7±2,6 а	44,45	16,8±2,4 а
Средне заселены	1,4,3,5,8, 15,9,10,11, 13,14	25,4±1,2 b	27,21,30,23 24,19,28,29 16,22	25,4±0,7 b	43,32,41,36 39,31,34,42 33,38	24,4±0,8 b
Сильно заселены	2,7	37,8±5,4 с	17,25,26	30,6±1,2 с	40,35,37	33,9±1,8 с
Визуальные учеты на колосьях						
Слабо заселены	10,15,12	17,4±1,8 а	24,20,19	14,7±2,2 а	44,31,32	14,3±2,4 а
Средне заселены	5,1,4,11,2,7 ,9,14,8,13	21,5±1,3 а	18,21,23,22 25,29,27,162 6	22,1±1,6 b	45,33,38,43 36,42,34,41	24,5±1,8 b
Сильно заселены	6,3	33,0±4,0 b	30,28,17	32,6±1,4 с	39,37,35,40	81,8±7,7 с

Примечания: Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения; а, b, c обозначения значимости различий; при совпадении букв различия между группами не значимы ($P > 0,05$)

Приложение И

Выделение сортов и линий яровой пшеницы (№№ образцов) устойчивых к
злаковым трипсам

Год	Учет	Блок 1	Блок 2	Блок 3
2022	КС 1	1,10,8,9**	18,19,21,24,25,30	33,45,35,44**
	КС 2	15,14,6,12,5*	30,27,24,20	40,41,44,45***
	Виз	5,15,12,4**	-	-
2023	КС 1	6,15,5,14*	23,24,19,22*	36,44***
	КС 2	12,4,8,11*	16,18,20,21,30	31,45,33,32*
	Виз	13,4,15,11,12***	19,24,23***	44,31,36,38***
2024	КС 1	1,5***	28,21,23**	39,38,43,44***
	КС 2	12,13,6**	30,18,27,17***	44,32,43**
	Виз	10,1,9	20,25,18**	44,32,31*
По сумме данных 2022- 24	КС	12,6***	20,18*	44,45**
	Виз	10,15,12	24,20,19*	44,31,32***

Примечания: Порядок сортовых образцов в группе соответствует увеличению средней численности заселения. Статистическая значимость выделения группы: * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$.
– анализ заселения сортовых образцов не проводили ввиду низкого фона численности. КС 1,2 – 1,2 учета кошением сачком; Виз – визуальный учет.

Приложение К

Базы данных «Сорта и линии яровой пшеницы, устойчивые к основным злаковым вредителям» и «Морфологическая и молекулярная характеристика видового состава трипсов на посевах яровой пшеницы полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации базы данных

№ 2025622516

**Сорта и линии яровой пшеницы, устойчивые к
основным злаковым вредителям**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева» (RU)*

Авторы: *Вертикова Елена Александровна (RU), Гриценко Вячеслав Владимирович (RU), Баженова Светлана Сергеевна (RU), Юсупова Зарина Магомедовна (RU), Каррум Рита (RU), Овсянников Вячеслав Владиславович (RU), Вильховой Ян Евгеньевич (RU)*

Заявка № **2025622037**
Дата поступления **23 мая 2025 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре баз данных **05 июня 2025 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности



Ю.С. Зубов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 0652e7c1e9300bf5472401670b0c02026
Владелец: **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 10.12.2024 по 03.10.2025

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2025622595

**«Морфологическая и молекулярная характеристика
видового состава трипсов на посевах яровой пшеницы
полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени
К.А.Тимирязева»**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет -
МСХА имени К.А. Тимирязева» (RU)*

Авторы: *Каррум Рита (RU), Гриценко Вячеслав Владимирович
(RU), Тараканов Рашид Исламович (RU)*

Заявка № 2025622205

Дата поступления 05 июня 2025 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 17 июня 2025 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат 0692e7c1a6300b154f240f670bca2026
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 10.07.2024 по 03.10.2025

Ю.С. Зубов