

На правах рукописи

ГЛАЗУНОВА НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗА ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ
И ОПТИМИЗАЦИЯ ЗОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ**

Шифр и наименование специальности:
06.01.07 – Защита растений

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Санкт-Петербург-Пушкин
2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО СтГАУ)

Научный консультант: **Сухорученко Галина Ивановна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник центра "Биологической регламентации использования пестицидов" ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»

Официальные оппоненты: **Еськов Иван Дмитриевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой защита растений и плодовоовощеводства ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»

Радченко Евгений Евгеньевич – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, руководитель отдела генетики ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»

Рябчинская Татьяна Алексеевна – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатория биологической защиты ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» МСХ РФ (Воронежская обл.)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»

Защита диссертации состоится «18» апреля 2019 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 006.015.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ФГБНУ «ВИЗР») по адресу: 196608, Санкт-Петербург - Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3, тел/факс (812) 470-51-10, e-mail: info@vizr.spb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБНУ ВИЗР и на сайте института vizr.spb.ru

Автореферат разослан « » _____ 2019 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор биологических наук

Гусева Ольга Геннадиевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Центральное Предкавказье, значительную площадь которого занимает Ставропольская возвышенность, по почвенно-климатическим условиям благоприятно для выращивания более 20 видов сельскохозяйственных растений, среди которых доминируют зерновые колосовые культуры. Это один из основных районов производства товарного зерна пшеницы в России. По данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса ежегодные посевы озимой пшеницы в этом регионе достигают 1784,4 тыс. га, что составляет 58,5 % от пахотных земель Ставропольского края (<http://ab-centre.ru/dbase/pshenica-posevnye-ploschadi-po-regionam-rf-v-2010-2018-gg>).

В то же время произошедшие в 90-х гг. прошлого столетия изменения в социально-экономических и производственных отношениях в аграрном комплексе Центрального Предкавказья привели к насыщению структуры посевных площадей озимой пшеницей (более 58 %) на фоне их сокращения с 3 433,9 до 2 624,6 тыс. га, переходу на укороченные севообороты (5–6-польные) и поверхностную обработку почвы на глубину 8–12 см, уменьшению в 7–10 раз объемов использования минеральных и органических удобрений (Дорожко и др., 2011; Стампо, Кузнецова, 2012; Коваленков, 2016). Следствием этого явилось усиление развития и распространения корневых гнилей разной этиологии (*Fusarium spp.*, *Cercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton, *Gibellina cerealis* Pass и др.) и аэрогенной инфекции, представленной мучнистой росой (*Erysiphe graminis f. tritici*), бурой ржавчиной (*Puccinia triticina* Erikss.), септориозом (*Septoria tritici var. lolicola* R. Sprague & Aar.G. Johnson и *S. nodorum* Berk. & M.A. Curtis), несмотря на достаточно большие объемы применения фунгицидов (Стампо, Кузнецова, 2012; Шутко, 2013). Наблюдается накопление в почве семян и в посевах озимой пшеницы озимых и зимующих сорных растений подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.), василька синего (*Centaurea cyanus* L.), дескурении Софьи (*Descurainia Sophia* L.), ромашки непахучей (*Matricaria perforate* Merat.), костра кровельного (*Anisantha tectorum* (L.) Nevski) и др. (Боташева, 2002; Черкашин, 2006; 2012).

Значительно осложнилась ситуация и с вредителями озимой пшеницы, на которой в начале XXI века сформировался комплекс вредителей, состоящий из нескольких доминантных видов, ежегодно развивающихся на ее посевах в периоды роста вегетативной массы и формирования репродуктивной сферы. Этот комплекс представлен вредной черепашкой, одним из наиболее опасных вредителей озимой пшеницы на Ставрополье, а также пшеничным трипсом (*Haplothrips tritici* Kurd.), большой и обыкновенной злаковыми тлями (*Sitobion avenae* F., *Schizaphis graminum* Roud.), обыкновенным и черным хлебными пилильщиками (*Cephus pygmaeus* L., *Trachelus tabidus* F.), не имевших ранее экономического значения (Моисеев, Золотухин, 1978; Ченикалова, 1982; Чернов, 1996; Алексеев, 2003; Скребцова, 2009; Щербакова, 2009; Мухина и др., 2013; Коваленков, 2014).

В настоящее время происходит не только увеличение численности и вредоносности этих вредителей, но и расширение их видовых ареалов (Алексеев, Демкин, 2005; Скребцова, 2009; Пикушова и др., 2011; Коваленков, 2014). Наряду с другими факторами, этому способствует также длительное и бесконтрольное применение на больших площадях фосфорорганических препаратов и пиретроидов, эффективность которых резко снизилась (до 45,5–60 %) вследствие развития к ним резистентности в популяциях вредных видов (Коваленков, Тюрина, 2016).

Несмотря на то, что обработки посевов озимой пшеницы против указанных вредителей инсектицидами доходят до 1550 тыс. га (<http://rsc26.ru>), потери урожая зерна от их общей деятельности по нашим достигают в среднем 5–7 ц/га ежегодно (Глазунова, 2014) при значительном повреждении зерна вредной черепашкой. Например, по данным специалистов ФГБУ «Россельхозцентр», в 2011 году в Ставропольском крае вредной черепашкой было повреждено 2131 тыс. тонн зерна озимой пшеницы при проценте поврежденности 0,6–12 % (Стамо, Кузнецова, 2012).

Дестабилизация фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы в Центральном Предкавказье свидетельствует о необходимости оптимизации существующей системы ее защиты от вредных видов, в первую очередь применительно к ситуации, складывающейся с доминантными вредителями, способствующей стабильному функционированию ее агробиоценоза. Это требует принципиально новых подходов к решению проблемы, включая разработку автоматизированного прогноза изменений численности доминантных видов вредителей на разных этапах онтогенеза озимой пшеницы под влиянием различных экзогенных воздействий.

Степень разработанности темы. Специалистами в области общей и сельскохозяйственной энтомологии накоплен огромный экспериментальный материал по видовому составу членистоногих агробиоценоза озимой пшеницы, биологии и экологии многих видов вредителей и их энтомофагов, а также вредоносности доминантных вредных видов в разных регионах возделывания этой культуры. Многочисленные исследования были посвящены изучению влияния различных приемов технологии возделывания этой культуры, включая использование пестицидов; вопросам распространения, динамики численности и вредоносности отдельных видов членистоногих. Обстоятельные данные были получены по влиянию антропогенных воздействий (посадка лесополос, распашка целинных земель, наличие заборошенных земель и др.) на эти процессы.

Вместе с тем, комплексного изучения особенностей взаимодействия компонентов в системе триотрофа на разных этапах роста растений и формирования урожая озимой пшеницы под влиянием различных факторов не проводилось, что позволило бы на основании установленных взаимосвязей в системе триотрофа вычленить приемы и средства, способствующие оптимизации фитосанитарной обстановки в ее агробиоценозе. Также не предпринимались попытки разработать программу для ЭВМ-прогноза численности комплекса вредителей на разных этапах онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от экзогенных воздействий.

Цель исследований. Разработать программу для ЭВМ, которая позволяет прогнозировать численность вредителей озимой пшеницы на разных этапах ее онтогенеза с учетом различных экзогенных воздействий на агробиоценоз, и на основании полученных экспериментальных и рассчитанных путем математического моделирования данных оптимизировать зональную систему защиты этой культуры в Центральном Предкавказье.

Задачи исследований:

1. Описать структуру и функционирование системы триотрофа – основной средообразующей консорции агробиоценоза на разных этапах органогенеза озимой пшеницы в Центральном Предкавказье.

2. Изучить взаимодействие компонентов в системе триотрофа озимой пшеницы на фоне меняющихся погодных условий (температура, осадки).

3. Исследовать влияние агротехнических приемов (предшественники, способы обработки почвы, система удобрений) и сорных растений на функционирование триотрофа агробиоценоза озимой пшеницы.

4. Определить влияние лесополос на пространственное распределение доминантных видов членистоногих в агробиоценозе озимой пшеницы.

5. Оценить действие современных инсектицидов на численность доминантных видов вредителей и их энтомофагов в разные фазы развития озимой пшеницы.

6. Разработать программу для ЭВМ-прогноза численности доминантных видов вредителей в разные фазы развития озимой пшеницы и установления необходимости проведения защитных мероприятий с учетом действия различных факторов.

7. Оптимизировать зональную систему защиты озимой пшеницы от комплекса вредных объектов в Центральном Предкавказье.

Научная новизна работы. Впервые описана структура и закономерности функционирования системы триотрофа озимой пшеницы в Центральном Предкавказье.

Впервые для обработки массива экспериментальных данных, связывающих численность вредителей с погодными условиями в разные периоды онтогенеза озимой пшеницы, применена совокупность статистических методов (регрессионный и корреляционный) с использованием базовой компьютерной программы «Статистика-6». Установлены количественные соотношения численности фитофагов и их энтомофагов с учетом периодов онтогенеза озимой пшеницы в виде графических зависимостей и эмпирических уравнений первого, второго и третьего порядка.

Впервые рассчитаны коэффициенты степени влияния на фитофагов сортовых особенностей озимой пшеницы, энтомофагов, технологических приемов выращивания озимой пшеницы (предшественники, способы обработки почвы, система удобрений), засоренности посевов и лесополос.

На основании изучения взаимодействий компонентов в системе триотрофа разработана компьютерная программа «Расчет численности основных вредителей озимой пшеницы и их энтомофагов в различные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от абиотических, биотических и антропогенных факторов». Система позволяет прогнозировать численность доминантных видов фитофагов и определять оптимальные сроки проведения защитных мероприятий в зависимости от этапа онтогенеза озимой пшеницы и меняющихся условий среды в Центральном Предкавказье.

Оптимизирована зональная система защиты озимой пшеницы от комплекса вредных организмов в результате совершенствования прогноза численности доминантных видов вредителей с помощью разработанной программы для ЭВМ и использования ряда факторов снижения численности комплекса вредителей (устойчивые сорта, агротехнические приемы) и химической защиты с применением смесей современных инсектицидов, обеспечивающих длительное действие на фитофагов в наиболее ответственный период развития репродуктивных органов растений, определяющих формирование урожая.

Теоретическая и практическая значимость исследований. Математическое моделирование взаимодействия компонентов в системе триотрофа агробиоценоза озимой пшеницы при совместном влиянии погодных, биотических и технологических факторов позволило получить аналитические уравнения и частные коэффициенты влияния отдельных факторов на численность фитофагов в зависимости от этапа онтогенеза озимой пшеницы и условий ее возделывания в Центральном Предкавказье.

Использованный подход позволяет моделировать взаимосвязи в трофических цепях агробиоценоза озимой пшеницы и в других регионах России. На основании полученных данных можно выделить мероприятия по защите озимой пшеницы от вредных видов, способствующие стабилизации фитосанитарной обстановки в ее агробиоценозах. Так, установлено, что в Центральном Предкавказье для этой цели перспективно выращивание сортов интенсивного типа – Крошка, Эхо и Русса.

Рекомендована отвальная вспашка почвы на глубину 20–22 см, снижающая на 30–40 % численность пшеничного трипса и хлебных пилильщиков в сравнении с безотвальной и поверхностной (комбинированной).

Рекомендовано использование расчетной системы доз применения минеральных удобрений, как наиболее эффективной для функционирования агробиоценоза озимой пшеницы в сравнении с другими используемыми системами – рекомендованной, биологизированной (органоминеральной) и без удобрений.

В результате оценки влияния современных инсектицидов на доминантные виды вредителей и их энтомофагов в разные фазы развития озимой пшеницы выявлены эффективные препараты (смесевой препарат Эфория и баковая смесь инсектицидов Децис Профи с Конфидором Экстра) и определены оптимальные сроки их применения в борьбе с комплексом вредителей.

Использование оптимизированной зональной системы защиты озимой пшеницы от комплекса вредных объектов в Центральном Предкавказье позволяет сократить от 1 до 2 обработок инсектицидами, что приводит к снижению пестицидной нагрузки на 1 га посевов и риска накопления остаточных количеств инсектицидов в урожае. Урожайность озимой пшеницы увеличивается в среднем на 0,4 т/га при снижении себестоимости выращенной продукции. Система была утверждена НТС МСХ Ставропольского края (протокол № 1 от 7 сентября 2018 г.), рекомендована для широкого внедрения и опубликована в виде методических рекомендаций.

Материалы диссертации используются в образовательном процессе на кафедре химии и защиты растений Ставропольского ГАУ.

Методология и методы диссертационного исследования. Методология исследований основывалась на системном подходе к планированию и проведению исследований по теме диссертации в Центральном Предкавказье. Был выполнен комплекс полевых и лабораторных исследований с использованием общепринятых энтомологических, экологических, токсикологических и статистических (регрессионный, корреляционный) методов исследований, а также в соответствии с утвержденными НТС МСХ РФ методическими указаниями и действующими ГОСТами на качество зерна озимой пшеницы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Специфичность взаимодействий в системе триотрофа агробиоценоза озимой пшеницы определяется особенностью пищевой специализации (органотропоностью и топической специфичностью) консументов первого порядка, зависимостью развития консументов второго порядка от фазы онтогенеза консументов первого порядка и сопряженностью развития консументов с этапами органогенеза продуцента.

2. Влияние экзогенных факторов (абиотических, биотических и антропогенных) на взаимосвязи в системе триотрофа, определяющие численность доминантных видов фитофагов в разные фазы развития озимой пшеницы в Центральном Предкавказье.

3. Программа для ЭВМ, прогнозирующая численность доминантных видов вредителей в зависимости от экзогенных воздействий в разные фазы развития озимой пшеницы весенне-летнего периода для оптимизации сроков проведения защитных мероприятий.

4. Оптимизированная зональная система защиты озимой пшеницы от комплекса вредных видов на основе усовершенствованного прогноза численности вредителей с использованием программы для ЭВМ и разработанных приемов, способствующих снижению их вредоносности в период формирования генеративных и репродуктивных органов культуры.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности результатов исследований определяется большим объемом полученных экспериментальных данных и длительным сроком проведения исследований. Опыты закладывали в 3–4-кратных повторениях, что позволило статистически обработать полученные результаты и объективно выявить достоверные различия.

Полученные результаты были доложены на следующих научных форумах: ежегодных научно-практических конференциях СтГАУ (Ставрополь, 1998–2018 гг.), на региональных и всероссийских научно-практических конференциях (Краснодар, 2000, 2002; Ставрополь, 2004; Пятигорск, 2006), на международных научных конференциях (Ставрополь, 2001, 2002, 2005, 2007–2010, 2013, 2015, 2017; Краснодар, 2003, 2007; Кисловодск, 2006; Rolnictwo, 2008; Одесса, 2013; Москва, 2014), международных научных интернет-конференциях (Ставрополь, 2002, 2005–2017; Ессентуки, 2005), Международном форуме (Москва, 2002), Втором Всероссийском съезде по защите растений (Санкт-Петербург, 2005), Симпозиуме стран СНГ по перепончатокрылым насекомым (Москва, 2006), XIII съезде РЭО (Краснодар, 2007), семинаре ОАО «МХК ЕвроХим» (г. Михайловск, 2008), ГНУ «Ставропольский НИИСХ» Россельхозакадемии (Ставрополь, 2008), конференциях Полевой Академии «Байер КропСайенс» (г. Михайловск, 2012; Ставрополь, 2015), симпозиуме ученых Юга России (п. Ольгинка, 2012, 2013), заседании круглого стола ученых Юга России ООО «Сингента» (г. Краснодар, 2014, 2015; Сочи, 2014, 2015), форуме Полевой Академии «Байер» (г. Ставрополь, 2015); Международном форуме ученых в области сельского хозяйства (Швейцария, Штайн и Базель, 2015).

Личный вклад соискателя состоит в выборе проблемы, определении цели и задач исследований, разработке плана исследований и методических подходов к его реализации, непосредственном участии в выполнении полевых и лабораторных опытов, обработке, анализе и интерпретации полученных экспериментальных данных, подготовке диссертации и автореферата, написании статей по теме выполненной работы и выступлениях с сообщениями на конференциях и совещаниях различного уровня.

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 89 научных работ, из них 18 – в журналах, входящих в перечень международных реферативных баз данных и список ВАК; 5 методических и учебных изданий, 1 монография; 12 статей в других журналах, 54 – в сборниках материалов конференций и съездов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, рекомендаций производству, списка литературы (585 источников, в том числе 108 – на иностранных языках) и 41 приложения. Материалы диссертации изложены на 475 страницах компьютерного набора, содержат 63 таблицы и 63 рисунка.

Благодарности. Считаю своим долгом выразить глубокую и искреннюю благодарность ректору, академику В.И. Трухачеву и всем сотрудникам кафедры химии и защиты растений Ставропольского ГАУ. Выражаю особую благодарность за содействие и помощь д. б. н. Е.В. Ченикаловой (СНИИСХ), д. с.-х. н. Н.А. Вилковой и д. б. н. А.Н. Фролову (ВИЗР). Выполнению работы в значительной мере содействовали помощь и консультации д. с.-х. н. Г.И. Сухорученко (ВИЗР), которой приношу свою благодарность и искреннюю признательность.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель и определены задачи исследования для ее решения.

ГЛАВА 1. ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА КОМПОНЕНТЫ ТРИОТРОФА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗНЫХ ЗОНАХ ТОВАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА (обзор литературы)

Проанализировано воздействие сортов продуцента (озимой пшеницы) на численность консументов первого порядка (фитофагов). Рассмотрено влияние на систему триотрофа озимой пшеницы погодных условий, консументов второго порядка (энтомофагов) и роль технологических приемов в изменении численности консументов первого порядка в зонах производства товарного зерна. Описаны достижения российских и зарубежных исследователей в области прогнозирования численности вредителей пшеницы.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 1998–2017 годах в Центральном Предкавказье в трех хозяйствах Ставропольского края: в Шпаковском районе на полях опытной станции и производственных полях учхоза СтГАУ и СПК колхоза «Новомарьевский», в ОАО «Урожайное» Новоалександровского района.

Исследования проводились в зоне недостаточного увлажнения, где в среднем выпадает в год 450–550 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составляет 2400–2600 °С (Рябов, 2001). В Центральном Предкавказье сосредоточены наиболее плодородные почвы черноземного типа, преимущественно черноземы обыкновенные, остаточнo-солонцеватые, среднесуглинистые.

Оценка влияния различных систем удобрений (рекомендованная, биологизированная и расчетная) и способов обработки почвы (отвальная на глубину 20–22 см; безотвальная на глубину 20–22 см; поверхностная на глубину 10–12 см) на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы проводилась на опытной станции Ставропольского ГАУ в экспериментальном севообороте многолетнего стационарного опыта «Разработка теоретических и технологических основ биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах», основанном в 1976 году, общей площадью 6,6 га.

Закладка опытов в хозяйствах по оценке влияния сортов и их сортосмесей, предшественников, засоренности проводилась рендомизированными блоками в трехкратной повторности. Участки выбирали выровненные по рельефу и однородные по почвенному профилю. В качестве эталонов использовали технологии возделывания озимой пшеницы, принятые в хозяйствах.

Объектами исследований являлись фитофаги из отрядов: **Heteroptera**, семейств щитников-черепашек (Scutelleridae) – *Eurygaster integriceps* Put., *Eurygaster maura* L., *Eurygaster austriacus* Schr., *Eurygaster testudinaris* L. и щитников (Pentatomidae) – *Aelia acumunata* L., *Aelia rostrata* L., *Carpocoris fuscispinus* Boh., *Dolycoris baccarum* L.; **Hemiptera**, семейство настоящие тли (Aphididae) – *Sitobion avenae* F., *Schizaphis graminum* Rond.; **Thysanoptera**, семейство флеотрипиды (Phloeothripidae) – *Haplothrips tritici* Kurd.; **Hymenoptera**, семейство (Cephalidae) – *Cephus pygmaeus* L., *Trachelus tabidus* F.

А также энтомофаги из отрядов: **Hymenoptera**, семейств Scelionidae – *Trissolcus grandis* Thorns., *Trissolcus rufiventris* Mayr., *Trissolcus simony* Mayr., *Trissolcus volgensis* Vikt., *Trissolcus scutellaris* Thorns., *Trissolcus pseudoturesis* Rjachovcky., *Trissolcus djadethko* Rjachovcky., *Telenomus chloropus* Thorns.; Encyrtidae – *Ooencyrtus telenomicida* Vass. и Aphidiidae – *Aphidius urticae* Hal., *Aphidius picipes* Nees., *Aphidius ervi* Hal., *Praon volucre* Hal., *Diaretiella rapae* Mc Intosh., *Ephedrus mandjuriensis* Kiriac., *Ephedrus plagiator* Nees.; **Diptera**, семейств Tachinidae – *Clytiomyia helluo* F., *Alophora subcoleoprata* L., *Phasia (Ectophasia) crassipennis* F и Syrphidae – *Syrphus corollae* F., *Syrphus balteatus* Deg., *Syrphus ribesii* L., *Scaeva pyrastris* L., *Sphaerophoria scripta* L., *Sphaerophoria mentastri* L., *Sphaerophoria sarmatica* Bankowska, *Sphaerophoria picta* Mg.; **Coleoptera**, семейств Coccinellidae – *Coccinella septempunctata* L., *Coccinella quatuordecimpunctata* L., *Coccinella quinquepunctata* L., *Propylaea quatuordecimpunctata* L., *Hippodamia tredecimpunctata* L., *Adonia variegata* Gr., *Adalia bipunctata* L., *Anatus ocellata* L.; **Neuroptera**, семейство Chrysopidae – *Chrysopa carnea* Steph., *Chrysopa perla* L., *Chrysopa formosa* Br; **Thysanoptera**, семейство Aelothripidae – *Aelothrips fasciatus* L.; отряд **Hymenoptera**, семейство Ichneumonidae – *Collyria coxator* Vill.

Данные о количестве осадков и температуре воздуха за период исследования и средние многолетние данные были получены в Ставропольском метеоцентре.

Оценку действия абиотических, биотических и антропогенных факторов на перечисленные виды фитофагов и энтомофагов проводили с момента заселения ими растений, находящихся на соответствующих этапах органогенеза (VI–VII, VIII, IX, X, XI и XII, согласно Ф.М. Куперман, 1973), общепринятыми методами энтомологических исследований.

Наблюдения за численностью вредной черепашки и других хлебных клопов осуществлялись согласно методикам И.Я. Полякова и др. (1984). Учет злаковой тли и ее энтомофагов проводили по общепринятой методике (Косов, Поляков, 1958). Для учета пшеничного и полосатого трипсов в колосе использовали методику А.И. Дерова (1986). Фенологические наблюдения и оценку численности личинок пилильщика коллирии проводили по методикам Л.М. Завертяевой (1975) и Е.В. Ченикаловой (1982).

Видовую принадлежность собранных на полях и выведенных в лаборатории насекомых определяли под биноклем с помощью «Определителя насекомых Европейской территории СССР»: клопов, тлей и трипсов – Том I. Низшие, древнекрылые, насекомые с неполным превращением (1964); пилильщиков – Т. III, ч. 6. Перепончатокрылые – сидячебрюхие (пилильщики, рогохвосты), паразитические Aprocrita (Trigonoidea, Stephanoidea, Evanoidea), сем. Raхylommatidae из надсем. Ichneumonoidea (1986); энциртид и сцелионид – Т. III, ч. 2. Перепончатокрылые – бетилоидные осы, наездники-хальциды, проктотрупоидные и церафроноидные наездники (1978); афидиид – Т. III, ч. 5. Перепончатокрылые – бракониды и афиди-

иды (1986); кокцинеллид – Т. II. Жесткокрылые и веерокрылые (1965); хризопид – Т. IV, ч. 6. Большекрылые, верблюдки, сетчатокрылые, скорпионовые мухи, ручейники (1987); коллирию – Т. III, ч. 3. Перепончатокрылые (1981); фазий и сирфид – Т. V, ч. 2. Двукрылые, блохи (1970).

Оценку эффективности энтомофагов проводили по разработанным ВИЗР методикам (Танский, 1981; Воронин и др., 1986).

Оценку биологической эффективности инсектицидов проводили в соответствии с общепринятыми методиками регистрационных испытаний инсектицидов (2008). Учет урожая озимой пшеницы осуществляли поделночно методом прямого комбайнирования с помощью комбайна New Holland с пересчетом на 14%-ную влажность. Качество зерна определяли в соответствии с действующими ГОСТами.

Статистическая обработка результатов наблюдений проведена с использованием методов дисперсионного и корреляционного анализов (Доспехов, 1985), что позволило рассчитать аналитические зависимости изменений численности консументов I и II порядка в системе триотрофа в различные периоды онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от температуры и количества осадков. При статистической оценке действия факторов на изменение численности консументов в системе триотрофа использовали следующие показатели: видовое богатство – индексы Менхиника (Menhinick, 1964) и Маргалефа (Margalef, 1958); видовое разнообразие – индекс Шеннона (Shannon, Weaver, 1949); выравненность распределения обилия видов – индекс Пиелу (Pielou, 1966). Для оценки пространственного размещения компонентов системы триотрофа были использованы Q-анализ (Джонгман и др., 1999) и показатели бета-разнообразия (гетерогенность, градиентность, дискретность), характеризующие структуру упорядоченности размещения насекомых вдоль градиента индексов сходства (Pielou, 1983; Азовский, 1995).

Все расчеты производили с использованием пакетов программ MS Excel (Microsoft Excel, 2003), STATISTICA 6 (StatSoft, Inc, 2004), ECOS 1.3 (Азовский, 1995).

ГЛАВА 3. ВЗАИМОСВЯЗИ И ВЛИЯНИЕ СОРТОВ ДЕТЕРМИНАНТА НА КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ТРИОТРОФА АГРОБИОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ

3.1. Фитосанитарная обстановка в агробиоценозе озимой пшеницы в Центральном Предкавказье

По данным Россельхозцентра по Ставропольскому краю (2016), объемы обработок озимой пшеницы против комплекса вредных членистоногих, постоянно встречающихся в настоящее время на посевах в численности выше ЭПВ, составляют ежегодно в среднем 1931 тыс. га, из которых 86 % проводят против вредной черепашки, в том числе против личинок – на площади 1180 тыс. га, против имаго – 480 тыс. га.

Однако в последние десять лет на 335–511,4 тыс. га посевов распространился пшеничный трипс с численностью до 52 экз/колос, против которого в последние два-три года проводят целевые обработки на площади 234 тыс. га. В первом десятилетии XXI века на Ставрополье повысилась интенсивность размножения обыкновенного и черного хлебных пилильщиков. В период их лёта среднегодовая площадь заселения озимой пшеницы в 2002–2006 гг. составляла 363,16 тыс. га, в 2007–2011 гг. – 457,2 тыс. га, к 2015 году она увеличилась до 534,7 тыс. га. Ежегодные обработки в борьбе со стеблевыми пилильщиками проводят на площади 100–125 тыс. га.

Несмотря на то что заселенность посевов озимой пшеницы злаковыми тлями на протяжении последних десяти лет колеблется в пределах 489,2–671, 2 тыс. га, специальных мероприятий в борьбе не проводят, так как они попадают под обработки против вредной черепашки и других указанных выше вредителей. Аналогичная ситуация складывается с пядицей красногрудой (*Oulema melanopus* L.), которая достигает численности выше ЭПВ в течение последних 10 лет на площади от 1 до 43 тыс. га озимой пшеницы при общей заселенности посевов 210–359 тыс. га.

Благодаря предпосевной обработке семян озимой пшеницы против комплекса фитопатогенов и вредителей в Ставропольском крае снизилось экономическое значение злаковых мух и хлебной жужелицы (*Zabrus tenebrioides* Goeze). Так, заселенность посевов злаковыми мухами последние 2–3 года составляет 10,5–37,8 тыс. га с численностью ниже ЭПВ, в связи с чем обработки против них не проводятся. Если в начале XXI века заселенность озимой пшеницы хлебной жужелицей в крае достигала 156–264 тыс. га, то в последние 3 года – 21–45 тыс. га, из которых химические средства применяются на площади от 4 до 18 тыс. га.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в последнее десятилетие комплекс экономически значимых вредителей озимой пшеницы связан с весенне-летним периодом ее роста и развития.

3.2. Трофические взаимодействия в системе триотрофа агробиоценоза озимой пшеницы

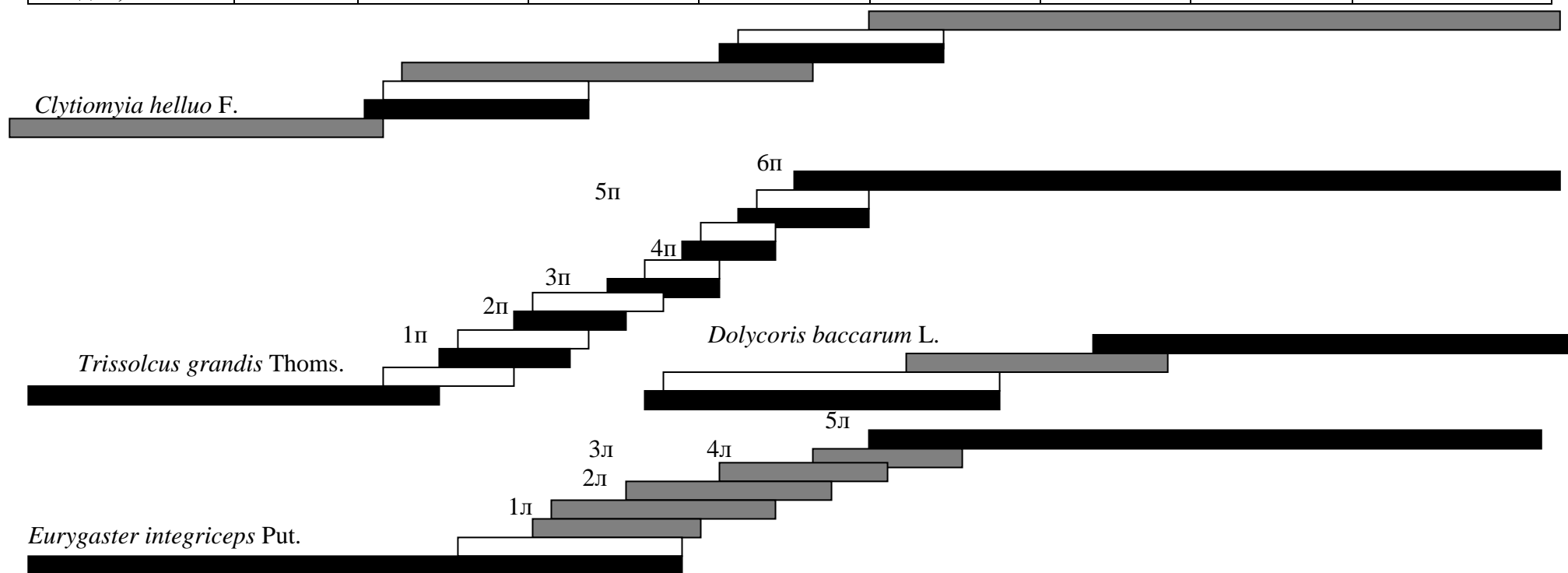
Основную роль в структуре изучаемого нами триотрофа играют трофические связи между его составляющими, отражающие основное направление потока вещества и энергии от продуцента (детерминанта) – озимой пшеницы – к консументам (консортам) первого порядка – фитофагам и от них к консументам (консортам) второго порядка – зоофагам. В процессе изучения консортивных связей в посевах озимой пшеницы вырисовалась следующая схема взаимодействия консументов первого и второго порядка.

Вредная черепашка и ее энтомофаги. Согласно нашим наблюдениям, в 2001–2005 гг. в сборах встречалось 8 видов клопов, при этом преобладала вредная черепашка (*E. integriceps*), численность которой составляла в среднем по годам 79,2 % от общего количества собранных клопов.

По степени зараженности яиц черепашек доминирует *Trissolcus grandis*. В среднем за годы исследований этот паразит заражает до 48,2 % яиц вредной черепашки. Второе место по эффективности занимает *Telenomus chloropus* (29,3 %), третье – *Ooencirtus telenomicida*. В яйцах вредной черепашки развиваются три поколения яйцеедов. Еще три поколения яйцеедов развиваются в яйцах ягодного клопа (*Dolycoris baccarum* L.). Паразиты взрослых клопов в нашем регионе представлены тремя видами мух-фазий: золотистая (*Clytiomyia helluo*) – 51 %, серая (*Alophora subcoleoprata*) – 44 % и пестрая (*Phasia (Ectophasia) crassipennis*) – 5 %. Фазии развиваются в двух поколениях – весной и в середине лета (Рисунок 1).

Пшеничный трипс и его энтомофаги. Видовой состав энтомофагов пшеничного трипса разнообразен – кокцинеллиды, жужелицы, стафилиниды, хищные клопы, златоглазки, сирфиды и галлицы, но из всех хищников наиболее значим трипс полосатый *Aelothrips fasciatus*, развивающийся синхронно с пшеничным трипсом. Имаго полосатого трипса обладают большой потребностью в пище – за сутки в среднем съедают $46,2 \pm 7,4$ особей своей жертвы.

январь–март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	Ноябрь–декабрь
Температура, °С	9,9	16,2	19,8	22,8	22,2	16,8	10,8	
Осадки, мм	48	54	67	58	37	40	30	



III–IV	V–VII	VIII	IX–X	XI	XII	XII			I–II	III	
кущение	выход в трубку	коло- шение	цвете- ние	молочная спелость	восковая	полная			по- сев	всхо- ды	кущение

- имаго
- яйцо
- личинки
- 1л – личинки I возраста
- 2л – личинки II возраста
- 3л – личинки III возраста
- 4л – личинки IV возраста
- 5л – личинки V возраста
- 1п – первое поколение
- 2п – второе поколение
- 3п – третье поколение
- 4п – четвертое поколение
- 5п – пятое поколение
- 6п – шестое поколение

Рисунок 1 – Феноклимограмма развития вредной черепашки и ее основных энтомофагов на озимой пшенице в Центральном Предкавказье

Хлебные пилильщики и коллирия. В Центральном Предкавказье в посевах озимой пшеницы вредят два вида хлебных пилильщиков – обыкновенный хлебный пилильщик (*Cephus pygmaeus*) (58 %) и черный хлебный пилильщик (*Trachelus tabidus*) (42 %). Развиваются в одном поколении. Обыкновенный пилильщик появляется на полях озимой пшеницы на 6–8 дней раньше черного пилильщика. Из энтомофагов хлебных пилильщиков в Ставропольском крае наиболее распространен и эффективен специализированный паразит обыкновенного хлебного пилильщика – коллирия (*Collyria coxator*). Другие виды – *Norbanus (Pycroscitoides) obscurus* Masin., *Bracon terebella* Wesm., *B. praetermissum* March. встречаются единично.

Злаковые тли и их афидофаги. В Центральном Предкавказье наибольшее распространение из злаковых тлей имеют большая злаковая тля (*Sitobion avenae* F.) и обыкновенная злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rond.).

Видовой состав афидофагов злаковых тлей насчитывает 36 видов насекомых, в том числе 29 хищников и 7 паразитов из отрядов перепончатокрылых (Hymenoptera), жесткокрылых (Coleoptera), двукрылых (Diptera) и сетчатокрылых (Neuroptera).

Семейство Aphidiidae. Из мумифицированных тлей в лаборатории выведены 7 видов перепончатокрылых паразитов из семейства Aphidiidae. Доминирующими видами были *Aphidius ervi* (42,6 %), *Aphidius picipes* (25,7 %), *Praon volucre* (20,3 %). За сезон развивается до шести поколений афидиид.

Семейство Coccinellidae. В агроценозе озимой пшеницы за годы исследований мы обнаружили 8 видов тлевых коровок, среди которых доминируют по численности *Coccinella septempunctata* и *Propylaea quatuordecimpunctata*. Их численность составляла в среднем 86,1 % от общего количества собранных кокцинеллид. Развиваются в трех поколениях. Установлено, что за период развития одна личинка *C. septempunctata* потребляет 1785 тлей, *Propylaea quatuordecimpunctata* – 978 тлей.

Семейство Syrphidae. В снижении численности тлей в посевах озимой пшеницы первостепенная роль принадлежит трем видам: *Syrphus corollae* (32,6 %), *S. balteatus* Deg. (26,4 %) и *Sphaerophoria scripta* L. (22 %). Их численность в структуре видового разнообразия составляет 81 %. Сирфиды развиваются в четырех поколениях. Их личинки самые прожорливые из афидофагов. В среднем одна личинка *S. corollae* съедает в сутки 203, *S. balteatus* – 183, *S. ribesii* – 154,3; *Scaeva pyrastris* – 142, *Sphaerophoria scripta* L. – 136 особей злаковых тлей.

Семейство Chrysopidae. В агробиоценозе пшеничного поля нами обнаружено 3 вида златоглазок – златоглазка обыкновенная (*Chrysopa carnea*) (85,6 %), прозрачная (*Chrysopa perla*) (8,7 %) и красивая (*Chrysopa formosa*) (5,7 %). На посевах озимой пшеницы развиваются в двух поколениях. Одна личинки *Ch. carnea* за период своего развития истребляет до 1090 особей злаковых тлей.

В массе доминантные виды фитофагов, причиняющие основной вред посевам озимой пшеницы в Центральном Предкавказье, появляются начиная с VIII этапа органогенеза (фаза колошения). С этого этапа и по XI этап органогенеза (фаза молочной спелости) включительно фитофаги активно питаются, спариваются и откладывают яйца, происходит также отрождение и питание личинок новых поколений, наносящих ощутимый экономический вред посевам озимой пшеницы.

С начала VIII этапа органогенеза озимой пшеницы (фаза колошения) до начала XII этапа (фаза восковой спелости зерна) в условиях Центрального Предкавказья проходит от 28 до 35 дней. В этот период культура нуждается в защите от

основных вредителей, что хорошо прослеживается на примере среднемноголетней динамики их численности в процессе онтогенеза озимой пшеницы (Рисунок 2).

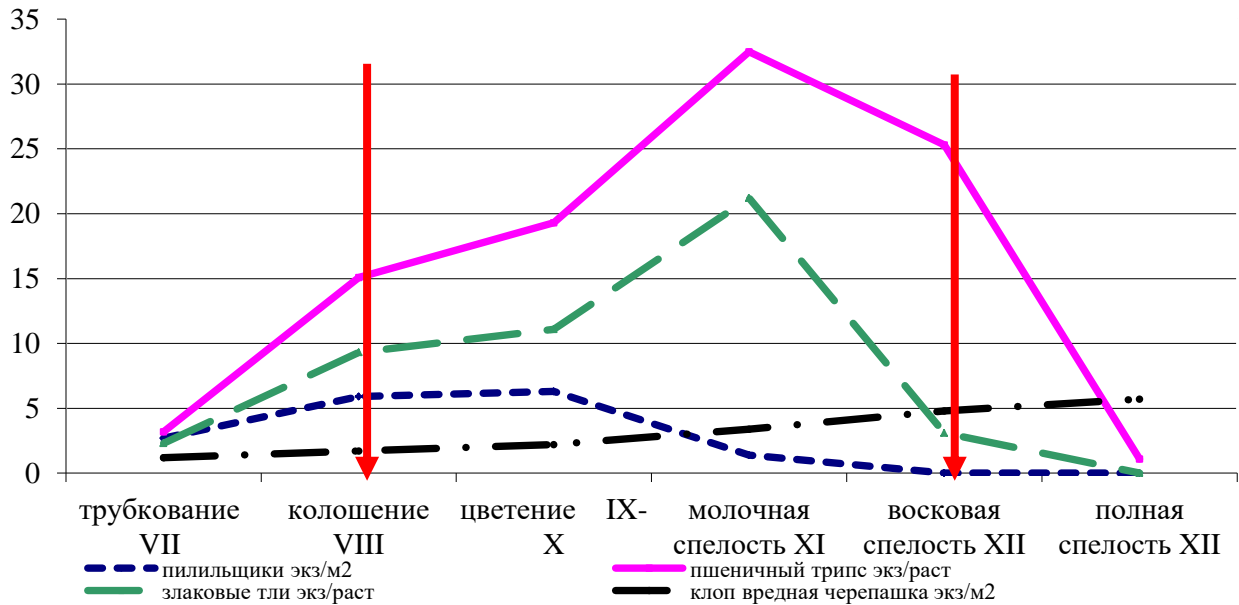


Рисунок 2 – Изменение численности основных вредителей в разные фенологические фазы озимой пшеницы (среднее за 1998–2015 гг.)

Из приведенного графика видно, что посевам озимой пшеницы требуется защита во временном интервале с VIII по XII этапы онтогенеза, то есть с фазы колошения до начала фазы восковой спелости, когда наблюдаются прямые потери зерна. На XII этапе онтогенеза растения озимой пшеницы грубеют и делаются непригодными для питания личинок младших возрастов вредителей.

3.3. Влияние сортов и сортосмесей детерминанта на его взаимодействие с консортами в системе триотрофа

Результаты наших исследований показали, что сорта интенсивного типа (Русса, Эхо, Крошка) и их сортосмеси обладают относительной устойчивостью к таким опасным вредителям, как вредная черепашка, злаковые тли, пшеничный трипс и хлебные пилильщики. Эти сорта оказывают прямое воздействие на численность вредителей, снижая ее на 38,3–65,6 %, и косвенное – на численность их энтомофагов. Но при этом увеличивается роль энтомофагов как биотического регуляторного механизма в агроценозе озимой пшеницы. Если популяция фитофага находится в депрессивном состоянии, то в такие годы даже на неустойчивых сортах (Донская Юбилейная, Степная 7) и их смесях природные энтомофаги способны снижать численность своих жертв ниже ЭПВ.

Для подготовки программы для ЭВМ на основе полученных данных по заселяемости сортов озимой пшеницы разными видами фитофагов они были разбиты на 3 категории: устойчивые, нейтральные и восприимчивые. Для этих групп были рассчитаны коэффициенты влияния сорта на численность отдельных видов фитофагов и их энтомофагов для каждой фазы развития культуры в весенне-летний период произрастания. Коэффициенты были рассчитаны в сравнении с обобщающим показателем признака статистической совокупности для заданной фазы развития растений, например выход в трубку, и сорта (Таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты влияния сорта озимой пшеницы на численность основных вредителей и их энтомофагов в фазу выхода в трубку

Фитофаги и их энтомофаги	Характеристика сорта по степени заселения насекомыми, численность на м ²		
	Восприимчивый	Нейтральный	Устойчивый
Вредная черепашка	1,38	0,89	0,68
Теленомины	1,05	0,99	0,95
Фазии	1,01	1,01	0,99
Злаковые тли	1,15*	0,96*	0,87*
Кокцинеллиды	0,96	0,98	1,04
Сирфиды	1,00	1,03	0,98
Златоглазки	1,10	0,92	0,94
Афидииды	1,00	0,99	1,00
Пшеничный трипс	1,09*	0,93*	0,95*
Полосатый трипс	1,02*	0,99*	0,99*
Хлебный пилильщик	1,15	0,92	0,89
Коллирия	1,10	0,95	0,93

Примечание. * – численность на колос.

Анализ полученных данных показал, что при значениях коэффициента, равных 1 или близких к 1 (0,96–1,04), фактор не действует на развитие насекомого, меньше 1 ($\leq 0,96$) – угнетает развитие, больше 1 ($\geq 1,04$) – стимулирует развитие.

ГЛАВА 4. РОЛЬ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ ТРИОТРОФА АГРОБИОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

4.1. Анализ погодных условий временного интервала исследований и определение аналитических зависимостей функций температуры и осадков

Анализ погодных условий временного интервала исследований с 1998 по 2005 год был выполнен для условий учебно-опытной станции СтГАУ в посевах озимой пшеницы сорта Донская Юбилейная на протяжении шести этапов ее органогенеза (с VII по XII), что соответствовало следующим фазам развития: выход в трубку, колошение, цветение, молочная спелость, восковая спелость и полная спелость. Фенологическая фаза развития характеризует и определяет состояние детерминанта: количество биомассы, рост растения, активность азотного обмена и формирование структуры будущего урожая, а также расселение и формообразование популяций консортов первого порядка (фитофагов), место их питания на растении и порог вредоносности. Опыты были максимально стандартизированы (обработка почвы, предшественник, внесение удобрений, система защиты культуры от сорной растительности и болезней).

В расчетах были приняты следующие показатели: длительность фазы, τ , дни; средняя точка продолжительности фазы, дата месяца; средняя температура фазы, °C (x) и суммарная величина осадков фазы, мм (y).

С помощью программы «Статистика-6» мы рассчитали аналитические зависимости функции температуры « $t = f(\tau)$ » для всех периодов онтогенеза озимой пшеницы и консументов первого и второго порядка за исследуемый временной интервал и для каждого года начиная с 1998-го по 2005-й.

Рассчитанные программой уравнения хода изменений средних фазовых температур имеют следующий вид, например для 1998 года:

$$t, \text{ } ^\circ\text{C (1998)} = 17,58 - 0,3904\tau + 0,0197\tau^2 - 0,0002\tau^3 + 6\text{E-}07\tau^4, \quad (1)$$

Аналитические зависимости функции осадков « $V_{\text{ос}} = f(\tau)$ » и рассчитанные программой уравнения в эти же периоды имеют следующий вид, например для 1998 года:

$$V_{\text{ос}}, \text{ мм (1998)} = 17,581 - 0,3904\tau + 0,0197\tau^2 - 0,0002\tau^3 + 6\text{E-}07\tau^4. \quad (2)$$

Расчеты, выполненные для всех лет исследований, показали, что форма зависимостей практически во всех случаях сохраняется. При этом температура в периоды от фазы выхода в трубку до полной спелости озимой пшеницы изменяется в пределах $20 \pm 7 \text{ } ^\circ\text{C}$, в то время как количество осадков значительно варьируется: с 155 (июнь 2004 г.) и 135 мм (май 1998 и 2001 гг.) до 4 мм (август 1999 г.).

4.2. Построение графических зависимостей функции «Численность консортов первого и второго порядка в период онтогенеза детерминанта» по годам исследования

Для установления количественной взаимосвязи численности популяций фитофагов и их энтомофагов на озимой пшенице в виде эмпирических уравнений первого и второго порядка был проведен математический анализ данных исследований с 1998 по 2005 год с использованием базовой компьютерной программы «Статистика-6» для шести фаз развития озимой пшеницы: выход в трубку, колошение, цветение, молочная спелость, восковая спелость и полная спелость.

В расчетах были приняты следующие показатели: длительность фазы, τ , дни; численность популяции, экз/м² (P_i). Взаимосвязь между плотностью популяций фитофагов и их энтомофагов (хищников и паразитов) была установлена в виде аналитических зависимостей функции. Расчеты были выполнены по ежегодным данным значений P_i .

$$P_i = f(\tau), \quad (3)$$

где P_i – численность популяции, экз/м²; τ – длительность фаз, дни.

Проведенный анализ показал, что аналитические зависимости численности популяции вредной черепашки в различные фазы онтогенеза озимой пшеницы за период 1998–2005 гг. имеют вид уравнений линейной регрессии первой степени $P_v = a + vt$ и разделяются на три временных интервала. Первый длится от начала выхода имаго из мест зимовки до конца откладки яиц клопами. Второй временной интервал представлен отрождением личинок до конца июня. И третий временной интервал – стабилизация численности популяции, рост и развитие молодых клопов.

Аналогичным образом были определены количественные связи между численностью остальных фитофагов (злаковых тлей, пшеничного трипса и стеблевых хлебных пилильщиков) и их энтомофагов (теленомины, фазии, кокцинеллиды, сирфиды, хризопиды, афидииды, полосатый трипс и коллирия) в разные фазы развития озимой пшеницы.

4.3. Построение графических и аналитических зависимостей функции «Численность консортов первого и второго порядка по фазам развития детерминанта»

Полученные аналитические зависимости изменения численности популяций вредной черепашки в различные периоды онтогенеза озимой пшеницы за 1998–2005 годы были разбиты по исследуемым фазам и проанализированы по годам исследований. На Рисунке 3 приведены данные по изменению численности вредной черепашки на одном кв. метре в разные фазы развития озимой пшеницы по годам исследований.

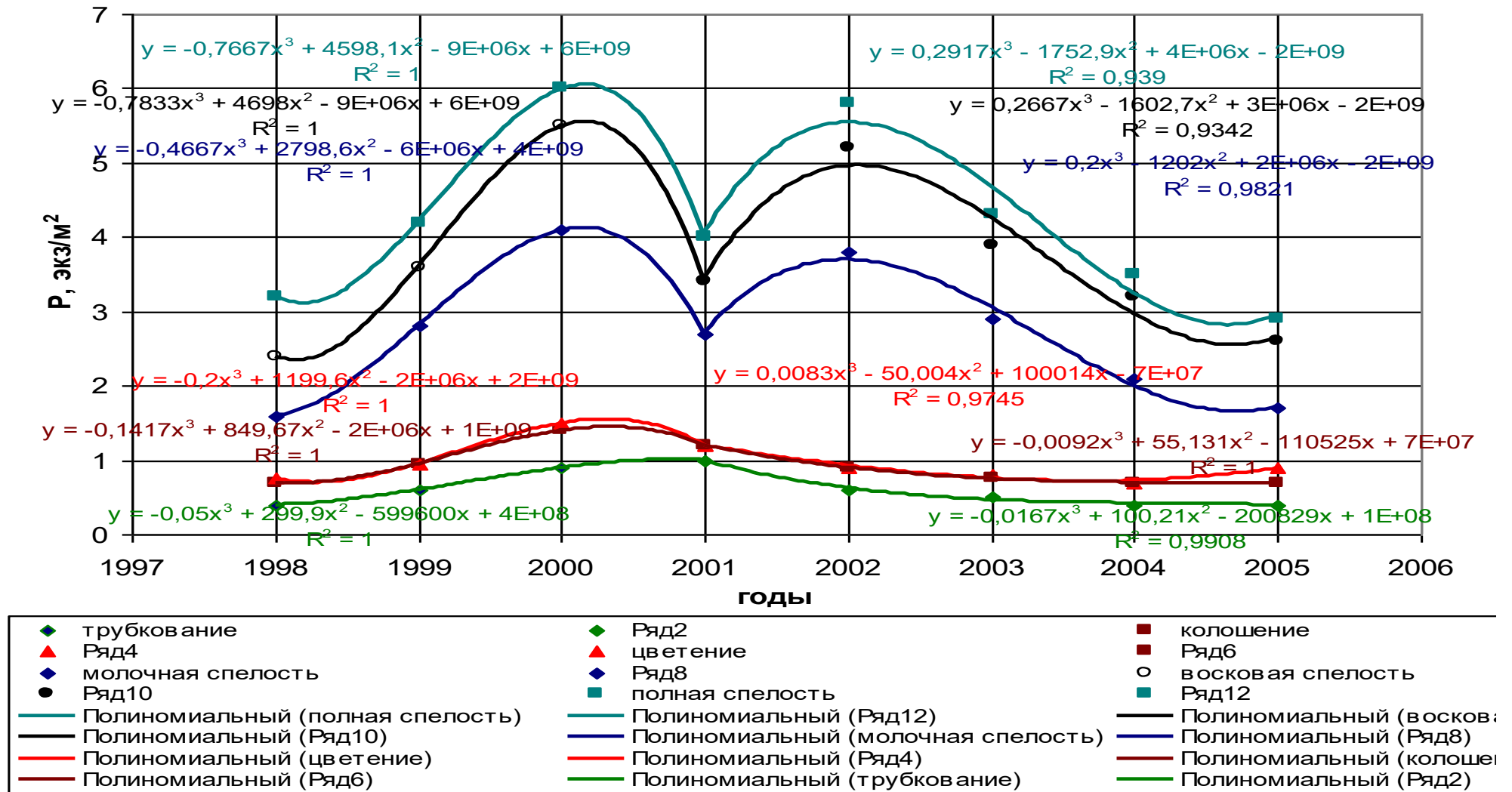


Рисунок 3 – Численность вредной черепашки в различные фазы развития озимой пшеницы, 1998–2005 гг.

Расчеты показали, что развитие популяций вредной черепашки и ее энтомофагов во всех фазах развития культуры характеризуется кубическим уравнением типа:

$$y = a + vx + cx^2 + dx^3, \quad (4)$$

где y – численность популяции, экз/м²; x – среднее значение фазы развития, τ , дни.

4.4. Аналитические зависимости комплексного влияния температуры и осадков на численность популяций консортов первого и второго порядка

Принимая во внимание тот факт, что численность популяций насекомых и паразитов зависит от двух факторов – температуры, t , °С и количества осадков, V_{oc} , мм, эти зависимости можно представить в виде поверхности, определяемой уравнениями, в частности следующими:

$$P, \text{ экз/м}^2 = a + v*t + c*V_{oc} \quad (5)$$

$$P, \text{ экз/м}^2 = a - v*t + c*V_{oc} + d*t^2 - e*t*V_{oc} - f*V_{oc}^2, \quad (6)$$

На Рисунке 4 представлены графические зависимости « $P = f(t; V_{oc})$ » в виде поверхности второго порядка для вредной черепашки в фазу выхода в трубку.

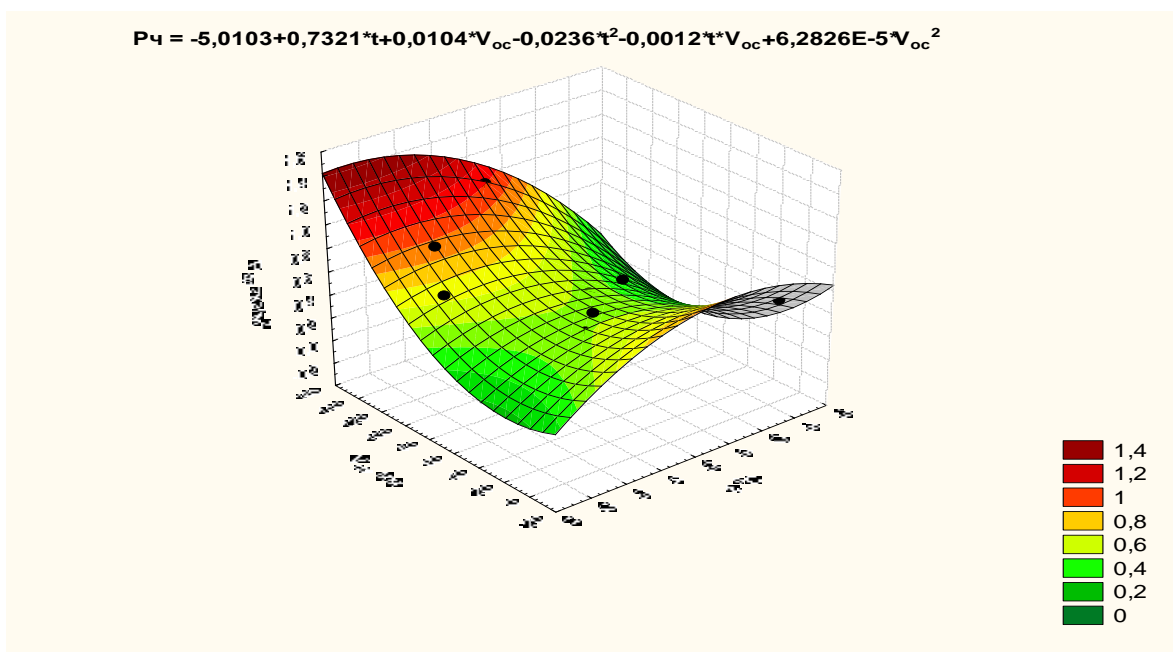


Рисунок 4 – Изменение численности вредной черепашки в фазу выхода в трубку в зависимости от температуры и количества осадков за 1998–2005 гг.

Аналитические зависимости изменения численности вредной черепашки и ее энтомофагов в зависимости от температуры и количества осадков имеют вид:

в фазу выхода в трубку –

$$Pч = -5,0103 + 0,7321*t + 0,0104*V_{oc} - 0,0236*t^2 - 0,0012*t*V_{oc} + 6,2826E-5*V_{oc}^2, \quad (7);$$

в период колошения –

$$Pч = -3,3583 + 0,4815*t + 0,0225*V_{oc} - 0,0138*t^2 - 0,0015*t*V_{oc} + 2,254E-5*V_{oc}^2, \quad (8).$$

Подобные аналитические зависимости были рассчитаны для всех исследуемых фаз и консументов первого и второго порядка.

Полученные уравнения регрессии по совместному влиянию температуры и выпадающих осадков на численность фитофагов и их энтомофагов были использованы для дальнейшего математического моделирования динамики численности популяций насекомых в зависимости от абиотических, биотических и антропогенных факторов при разработке авторской программы для ЭВМ.

ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ ТРИОТРОФА

5.1. Влияние способов обработки почвы на численность компонентов системы триотрофа

Установлено, что отвальный способ обработки почвы снижает численность злаковых тлей в фазы выхода в трубку — цветения в среднем на 30 %; пшеничного трипса в фазу выхода в трубку — на 30–35 %, в фазы колошения и цветения — на 35–40 %, в фазы молочной и восковой спелости — на 24–26 %; хлебного пилильщика в фазы от выхода в трубку до цветения — на 30–34 %, в фазу молочной спелости — до 40 % по сравнению с комбинированным и поверхностным способами.

При анализе результатов исследования по влиянию способа обработки почвы на плотность популяций энтомофагов установлено, что в варианте с отвальной обработкой в фазы развития озимой пшеницы от выхода в трубку до цветения более низкая численность у паразитов из семейств Scelionidae, Encyrtidae и Tachinidae — на 13–20 %, из семейства Aphidiidae — на 7–20 %, у хищников из семейства Coccinellidae — на 17–30 %, в последующем разница между вариантами становится несущественной.

В агроценозе озимой пшеницы вид обработки почвы не оказал существенного влияния на плотность популяций вредной черепашки и энтомофагов злаковых тлей из семейств Syrphidae и Chrysopidae, а также энтомофага пшеничного трипса — полосатого трипса.

На основе результатов проведенных исследований для построения логической модели и создания программы для ЭВМ были рассчитаны коэффициенты влияния способов обработки почвы на численность фитофагов и их энтомофагов в различные фазы онтогенеза озимой пшеницы в весенне-летний период.

5.2. Значение предшественников во взаимосвязях компонентов системы триотрофа

Исследования показали, что численность наиболее опасных вредителей (вредной черепашки, злаковых тлей, пшеничного трипса и хлебных пилильщиков) была самой высокой на полях озимой пшеницы третьего и второго годов использования, а также при посеве по другим злаковым предшественникам (овес, ячмень). Пропашные предшественники (кукуруза, подсолнечник) способствовали некоторому снижению плотности популяций этих вредителей.

Такие предшественники, как занятый и черный пар, пропашные культуры, стабилизируют систему триотрофа озимой пшеницы, так как снижают численность консортов первого порядка на 29,9–46,3 % посредством ухудшения условий их обитания и тем самым способствуют усилению роли энтомофагов в снижении численностью консортов первого порядка.

Пропашные предшественники увеличивают на 68,5–200 % численность тленомин и афидиид благодаря созданию благоприятных условий для их перезимовки в растительных остатках.

По «неблагоприятным» предшественникам численность энтомофагов также увеличивается на 10–15 %, что обусловлено высокой численностью фитофагов, способствующей их размножению в агробиоценозе пшеничного поля (Рисунок 5).

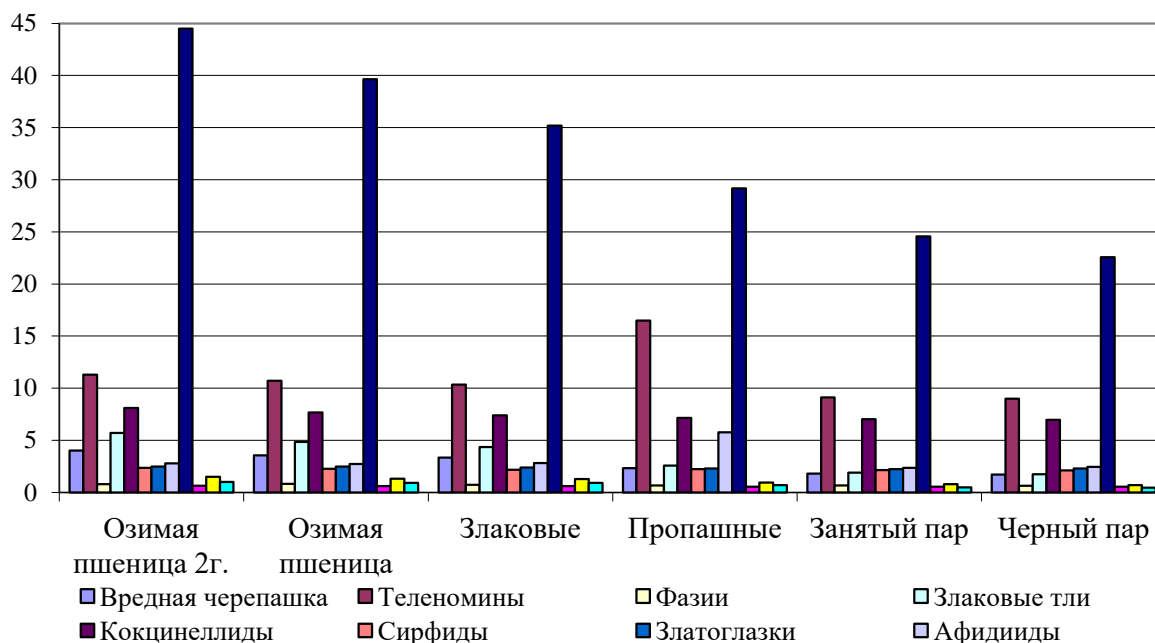


Рисунок 5 – Изменение численности насекомых в фазу молочной спелости в посевах озимой пшеницы в зависимости от предшественника (СтГАУ, Шпаковский район, среднее за 2001–2005 гг.)

Таким образом, на полях по благоприятным предшественникам (пропашные, занятый и черный пар) устанавливается экологическое равновесие в системе триотрофа: кормовое растение — фитофаг — энтомофаг.

Для построения логической модели и написания программы для ЭВМ, как и в случае со способами обработки почвы, были рассчитаны коэффициенты влияния предшественника на численность доминантных видов вредителей и их энтомофагов в различные фазы развития озимой пшеницы.

5.3. Влияние системы удобрений на взаимодействие компонентов системы триотрофа

Результаты трехлетних исследований показали, что системы удобрений, применяемые в агроценозе, оказывают прямое влияние на растения озимой пшеницы, путем улучшения их питания, и косвенное – на злаковых тлей, пшеничного трипса и пшеничных пилильщиков. Чем сбалансированнее питание растений, тем ниже численность фитофагов, так как защитные реакции растений становятся выше. В различные фазы развития озимой пшеницы увеличение иммунных барьеров в растении приводит к снижению численности злаковых тлей на 12,3–25,3 %; пшеничного трипса – на 7,4–24,7 %; хлебных пилильщиков – на 4,3–3,6 %. Прямого влияния на численность энтомофагов, как паразитов, так и хищников, системы удобрений ощутимого влияния не оказали. Также прямого влияния системы удобрений не выявлено и на численность популяции клопа вредной черепашки и его энтомофагов – теленомин и фазий.

На основании полученных данных были рассчитаны коэффициенты влияния применяемых систем удобрений на численность доминантных видов вредителей и их энтомофагов в различные фазы развития озимой пшеницы, которые далее были использованы для построения логической модели прогноза их численности и написания программы для ЭВМ.

5.4. Сорные растения как фактор влияния на трофические связи в системе триотрофа

Установлено, что наличие сорных растений в агробиоценозах озимой пшеницы способствует увеличению численности клопов вредной черепашки, особенно в фазу выхода в трубку. В дальнейшем, при развитии озимой пшеницы, разрыв в численности вредителя уменьшается и колеблется в пределах 14–22 % в агробиоценозах со средней засоренностью и от 33 до 60 % – с сильной. Но к фазе полной спелости этот разрыв вновь увеличивается до 35–73 %.

Увеличение засоренности в агробиоценозах озимой пшеницы способствует повышению численности злаковых тлей, при наименьшей численности в фазу выхода в трубку. В агробиоценозах со слабой степенью засоренности численность тлей была в среднем за три года 0,05 экз/растение, что на 8 % и 26 % выше, чем в посевах со средней и сильной степенью засоренности. В дальнейшем при развитии озимой пшеницы этот разрыв в численности увеличивается на 8–37 % в агробиоценозах со средней степенью засоренности и на 26–62,5 % – с сильной. Афидофагов на 20–50 % больше в посевах со средней степенью засоренности (20–70 шт/м²), чем в агробиоценозах со слабым и сильным засорением.

В целом из полученных данных следует, что увеличение степени засоренности посевов озимой пшеницы ведет к повышению численности злаковой тли и снижению регулирующей роли афидофагов.

Средняя степень засоренности агробиоценоза (от 20 до 70 шт. сорных растений на м²) приводит к увеличению численности хлебных пилильчиков на 15–30 % и их яйцепаразита, коллирии, – на 10–30 %. Данный фактор не оказывает влияния на численность пшеничного трипса и его энтомофага – полосатого трипса.

Для построения логической модели и написания программы для ЭВМ на основе данных проведенных исследований были рассчитаны коэффициенты влияния степени засоренности в агроценозе озимой пшеницы на численность доминантных видов вредителей и их энтомофагов в различные фазы развития озимой пшеницы.

ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ТРИОТРОФА АГРОБИОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

6.1. Влияние лесополос на численность и видовое разнообразие посевов озимой пшеницы

Анализ видового разнообразия и выравненности видовой структуры агробиоценоза озимой пшеницы показал, что лесополосы увеличивают число видов насекомых в прилегающем к ним участке посева и уменьшают выравненность видовой структуры. Было выявлено, что наименьшие коэффициенты выравненности распределения видов по обилию, наблюдаются в центре поля, индексы выравненности удаляются от единицы. Это свидетельствует о доминировании ограниченно-го числа видов насекомых на данном участке агробиоценоза (Таблица 2).

Из полученных данных следует, что лесополосы увеличивают видовое разнообразие, а также способствуют повышению плотности популяций вредных насекомых на краевых полосах посевов озимой пшеницы. Однако обилие здесь энтомофагов затрудняет размножение большинства вредных видов. Поэтому охрана лесных полос от обработки инсектицидами и распашки создаст более благоприятные условия для жизнедеятельности консортов второго порядка и усиления их активности. Соответственно, это приведет к увеличению продуктивности среды

Таблица 2 – Результаты статистической обработки данных по влиянию лесополос на агробиоценозы озимой пшеницы в Центральном Предкавказье

Индексы	На краевой полосе	В среднем по полю	В центре поля
Видовое богатство: Индекс Менхиника	2.5457	1.4765	0.8967
Индекс Маргалефа	9.8654	5.0348	3.2378
Видовое разнообразие: Индекс Шеннона H	6.6553	6.2456	5.3455
Индекс Симпсона P/E	0.9216	0.9596	0.9663
Выравненность видовой структуры H/H _{max}	0.9610	0.8281	0.7865
P/E/P/E _{max}	0.9915	0.9780	0.9118

на краях поля около лесных полос. Рост продуктивности приведет к расширению диапазона доступных ресурсов, расширенному применению на полях биологических средств и агротехнических мер борьбы с консортами первого порядка, что и будет способствовать повышению видового богатства агробиоценоза и затруднять вспышки массового размножения доминантных видов фитофагов.

6.2. Размещение консортов первого и второго порядка в посевах детерминанта

Определено, что самая большая численность вредителей и их энтомофагов отмечается на краях посевов. По мере удаления от краев поля их численность уменьшается в соответствии с образом жизни и поведением видов насекомых. К середине поля численность вредной черепашки снижается в 2 раза, теленомин – в 3, фазий – в 2 раза. Плотность популяции тли к середине поля снижается в 1,7 раза, что составляет 42,5 %. В то же время численность таких афидофагов, как сирфиды и златоглазки, снижается в 2 и 2,5 раза, а афидиид – в 3,1 раза. Лишь численность кокцинеллид, не нуждающихся в дополнительном питании, пропорционально снижается в 1,7 раза по отношению к численности тлей. Плотность популяции пшеничного трипса к середине поля уменьшается вдвое, а полосатого – в 2,2 раза. Численность обыкновенного хлебного пилильщика к центру поля снижается в 1,7 раза, а его паразита, коллирии, – в 1,8 раза. Из приведенных данных можно сделать вывод, что в среднем численность фитофагов и их энтомофагов к середине поля уменьшается в 1,7–3,0 раза, что подтверждает статистическая обработка полученных данных (Таблица 3).

Таблица 3 – Индексы пространственной структуры консортов первого и второго порядка в агроценозе озимой пшенице (1998–2005 гг.)

Годы	Статистика Pielou				Бета-разнообразие		D ₁ /D ₂	
	Q	Q _{rand}	Q/Q _{max}	P<	R	S		B
1998	1,23	42,34	0,012	0,003	-0,893	0,987	-0,145	0,341
1999	0,56	44,34	0,034	0,002	-0,789	0,997	-0,178	0,234
2000	13,23	34,67	0,018	0,004	-0,987	0,985	-0,196	0,278
2001	7,98	36,78	0,067	0,003	-0,897	0,976	-0,156	0,321
2002	2,34	41,65	0,123	0,005	-0,953	0,976	-0,178	0,256
2003	0,03	46,78	0,089	0,008	-0,994	0,897	-0,235	0,437
2004	0,34	43,34	0,117	0,003	-0,873	0,981	-0,187	0,318
2005	2,89	39,34	0,011	0,001	-0,956	0,956	-0,199	0,367

В целом данные исследования показывают, что посевы озимой пшеницы большой площади наиболее уязвимы в середине поля, так как там соотношение консортов первого и второго порядка намного ниже, чем на краевых полосах агробиоценоза. При благоприятных климатических условиях именно там может произойти «ускользание» плотности фитофагов от контроля энтомофагов, даже при соблюдении организационных и технологических приемов возделывания

6.3. Значение консортов второго порядка в снижении численности консортов первого порядка в системе триотрофа

В результате исследований установлено, что если зараженность перезимовавших клопов мухами фазиями при численности 2 экз/м² составляет 25 %, а зараженность яиц вредной черепашки теленоминами – 40 %, то необходимость в химической обработке отпадает.

Исследования эффективности афидофагов злаковых тлей показали, что химическую обработку без риска для качества и количества урожая можно отменить при соотношении хищников и злаковых тлей 1:30–1:40 без учета количества паразитированных тлей. Комплекс хищников сдерживает вредителей на хозяйственно неощутимом уровне при соотношении хищник:жертва на озимой пшенице 1:40–1:50 при одновременном заражении тлей паразитами не ниже 30 % особей популяции.

Из полученных результатов следует, что при соотношении пшеничного и полосатого трипсов хищник:жертва 1:40–1:50 можно гарантированно отменять химическую обработку, при соотношении 1:50–1:60 урожай в количественном выражении снижается незначительно по сравнению с контролем, но содержание клейковины уменьшается при этом на 3,6 %.

ГЛАВА 7. БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ В СИСТЕМЕ ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ

7.1. Влияние фитофагов на формирование количества и качества урожая озимой пшеницы

По нашим данным, в условиях Ставропольского края при повреждении на 13–26 % зерна озимой пшеницы клопом вредной черепашкой уменьшается количество клейковины на 8–29 %, масса 1000 зерен – на 1,5–2,6 г. Поврежденные растения имеют пониженную продуктивность и снижаются посевные качества семян. Кроме клопа-черепашки, большой вред культуре наносят трипсы, повреждения которыми приводят к снижению ее урожайности на 0,08–0,35 т/га и ухудшению качества зерна. Установлено, что повреждение трипсами способно оказать отрицательное влияние на силу муки, что может быть связано с деградацией крахмала под воздействием ферментов насекомых, хотя не исключено и протеолитическое влияние на белковые молекулы. Несколько меньший, но весьма ощутимый ущерб урожаю причиняют злаковые тли и хлебные пилильщики. У поврежденных ими растений получается щуплое, низконатурное зерно, с малым выходом муки, которая непригодна для хлебопечения.

В связи с этим важное значение для повышения как количества, так и качества урожая озимой пшеницы при высокой численности фитофагов имеют обработки посевов инсектицидами.

7.2. Программа для ЭВМ расчета и прогноза численности компонентов системы триотрофа в зависимости от фазы детерминанта и влияния экзогенных факторов

При анализе общей структуры и динамики агробиоценоза озимой пшеницы мы получили большое разнообразие причинно-следственных связей между элементами его системы, подвергающимися воздействию множества экзогенных факторов. Факторы мы разбили на категории влияния на систему триотрофа «растение — фитофаг — энтомофаг», которые позволили выявить тенденции изменения численности насекомых в агробиоценозах в различные фазы онтогенеза культуры и оценить степень влияния их на триотроф в пространстве и времени. Такой анализ позволил построить логическую модель и на ее основе создать программу для ЭВМ. Данная программа позволяет произвести расчет численности фитофагов и энтомофагов в настоящем или прогнозируемом времени для агробиоценозов озимой пшеницы на определенном этапе онтогенеза, при введении в систему параметров, оказывающих моделирующее значение.

Файловая структура программы включает следующие компоненты. При запуске программы в первую очередь происходит загрузка необходимых справочников и аналитических данных исследования из файла pests.sqlite3. Пункт меню «Справка – Биология видов» выводит на экран информационный справочник: фотографии видов, видовой состав исследуемых насекомых и процентное соотношение по видам в годы исследований, фенологические календари и циклы развития доминантных видов в Центральном Предкавказье.

В конечном выходном результате использования данной программы пользователь получает результаты расчетов численности фитофагов и их энтомофагов для определенного агробиоценоза при воздействии на него моделируемых абиотических, биотических и антропогенных факторов. Полученные выходные данные сохраняются в отчете в виде книги MS Excel или текстового документа.

Расчет численности насекомых производится по формуле:

$$Ч = \Phi_{т.о.} * K_{сорт.х.} * K_{пред.} * K_{с.обр.п.} * K_{с.удобр} * K_{засор.}, \quad (9)$$

где:

$\Phi_{т.о.}$ – аналитические зависимости изменения численности насекомых от комбинированного влияния температуры и количества осадков;

$K_{засор.}$ – коэффициент влияния на численность насекомого степени засоренности агроценоза озимой пшеницы;

$K_{пред.}$ – коэффициент влияния предшественника;

$K_{сорт.х.}$ – коэффициент влияния сортовой характеристики;

$K_{с.обр.п.}$ – коэффициент влияния вида обработки почвы;

$K_{с.удобр}$ – коэффициент влияния системы удобрения.

Экономические пороги вредоносности фитофагов рассчитаны с учетом эффективности их природных энтомофагов. На основе этих вычислений программа дает рекомендацию о необходимости проведения химической обработки конкретного посева озимой пшеницы инсектицидами в заданную фазу развития культуры.

Также с помощью данной программы можно провести мониторинг численности фитофагов и их энтомофагов в пространственном размещении агробиоценоза озимой пшеницы. Расчет производится на основе эмпирических данных за восемь лет по формуле:

$$Ч = Ч_{с.} * K_{распред} \quad (10)$$

где $Ч_{с.}$ – средняя численность данного вида в этом агроценозе в эту фазу онтогенеза;

$K_{распред}$ – коэффициент влияния на численность насекомого расстояния от края поля агробиоценоза озимой пшеницы.

Таким образом, стержнем системы является определенная фаза онтогенеза озимой пшеницы с действующими на нее факторами (абиотическими, биотическими и антропогенными). Вход в систему производится путем ввода исходных данных для проведения расчетов, а ее выход – путем расчета средней температуры в данную фазу и суммарного количества осадков. Наполнения базы данных сельскохозяйственных угодий, выдача данных о морфологических и биологических особенностях видов вредителей и их энтомофагов приводятся в виде справочника. Расчет плотности популяции фитофагов и их энтомофагов на одном квадратном метре или на одном растении в различных фазах онтогенеза; эффективность энтомофагов и необходимость проведения защитных мероприятий; вывод результатов расчета проводится в окнах интерфейса программы. В результате формируется отчет.

Технические характеристики созданной программы «Расчет численности основных вредителей озимой пшеницы и их энтомофагов в различных фазах онтогенеза в зависимости от абиотических, биотических и антропогенных факторов»: Программа для ЭВМ. Тип ЭВМ: IBM PC – совмест. ПК. Язык: C#. ОС: Windows 7, 8, 10, Vista. Объем программы: 39,1 Мбайт.

7.3. Действие инсектицидов на компоненты системы триотрофа агробиоценоза озимой пшеницы

Анализ результатов трехлетних исследований по биологической эффективности инсектицидов, используемых в разные фазы развития озимой пшеницы, показал, что надежно защищают посевы от комплекса вредителей баковая смесь Децис Профи + Конфидор Экстра (0,02+0,025 кг/га) и Эфория (0,2 л/га). Эти препараты обладают пролонгированным токсическим действием на основные виды вредителей озимой пшеницы (клоп вредная черепашка, злаковые тли, пшеничный трипс, хлебные пилильщики), что позволяет эффективно защитить посевы в весенне-летний период вегетации на протяжении 4 недель после применения, независимо от фазы развития культуры, и получить дополнительный урожай 0,39–0,42 т/га (Таблица 4).

Расчет экономической эффективности использования инсектицидов показал, что чистая прибыль в опытных вариантах была выше контрольных значений на 4 928,5–5 100,4 руб./га. По сравнению с общепринятой системой защиты (вариант с применением Цезарь + Бином) чистая прибыль в опытных вариантах увеличилась на 2 854,7–3 026,6 руб./га, уровень рентабельности – на 14,1 % (Таблица 5).

Таблица 4 – Влияние инсектицидов при различных сроках применения на урожайность озимой пшеницы (учебно-опытное хозяйство СтГАУ, сорт Писанка, среднее за 2011–2013 гг.)

Препарат	Норма применения, кг/га, л/га	Урожай, т/га	Сохраненный урожай, т/га
Колошение			
Децис Профи + Конфидор Экстра	0,02 + 0,025	6,21	0,79
Эфория	0,2 л/га	6,24	0,82
Цезарь + Бином (эталон)	0,1 + 0,5	5,63	0,21
НСР ₀₅		0,13	–
Цветение			
Децис Профи + Конфидор Экстра	0,02 + 0,025	6,14	0,72
Эфория	0,2 л/га	6,16	0,74
Цезарь + Бином (эталон)	0,1 + 0,5	5,74	0,32
НСР ₀₅		0,15	–
Начало молочной спелости			
Децис Профи + Конфидор Экстра	0,02 + 0,025	5,93	0,51
Эфория	0,2 л/га	5,94	0,52
Цезарь + Бином (эталон)	0,1 + 0,5	5,82	0,4
НСР ₀₅		0,16	–
Контроль (без обработки инсектицидами)		5,42	–

Таким образом, трехлетняя оценка биологической и экономической эффективности смесового инсектицида Эфория (0,2 л/га) и баковой смеси Децис Профи + Конфидор Экстра (0,02 + 0,025 кг/га) в борьбе с комплексом вредителей озимой пшеницы в разные фазы ее онтогенеза выявила целесообразность их применения на ранних этапах появления вредных видов в посевах в фазу колошения, пока они еще не успели нанести значительный ущерб урожаю.

Следует также отметить, что применение изученных современных инсектицидов в этот срок в Центральном Предкавказье имеет ряд преимуществ перед традиционной системой защиты для производителей сельскохозяйственной продукции. Прежде всего, защита посевов озимой пшеницы от комплекса вредителей возможна при однократной обработке, совмещенной, при необходимости, с фунгицидами. При этом снижается пестицидная нагрузка на агробиоценоз за счет уменьшения расхода действующих веществ препаратов на 1 га в несколько раз и сокращения количества обработок. Это позволяет снизить негативное действие системы защиты на популяции энтомофагов. Необходимо также учитывать тот факт, что неоникотиноиды, входящие в состав новых препаратов, имеют существенно более низкую опасность для окружающей среды.

Общим практическим итогом результатов выполненных исследований явилось их включение в зональную систему защиты озимой пшеницы от вредных организмов в целях ее оптимизации.

Таблица 5 – Экономическая эффективность применения инсектицидов в разные фазы озимой пшеницы
(СтГАУ, среднее за 2011–2013 гг.)

Показатели	Варианты опыта									
	Контроль	Начало колошения			Начало цветения			Начало молочной спелости зерна		
		Децис Профи + Конфидор Экстра	Эфория	Цезарь + Бином	Децис Профи + Конфидор Экстра	Эфория	Цезарь + Бином	Децис Профи + Конфидор Экстра	Эфория	Цезарь + Бином
1 Урожайность, т/га	5,42	6,21	6,24	5,63	6,14	6,16	5,74	5,93	5,94	5,82
2 Цена реализации 1 т, руб.	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0
3 Стоимость дополнительно полученной продукции / га, руб.	43360,0	49680,0	49920,0	45040,0	49120,0	49280,0	45920,0	47440,0	47520,0	46560,0
4 Затраты труда на 1 га, чел.-час.	10,2	13,4	13,4	13,1	13,4	13,4	13,1	13,2	13,2	13,1
5 Затраты труда на 1 т, чел.-час.	2,0	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	2,3
6 Дополнительные производственные затраты на 1 га, руб.	16867,1	18321,6	18389,7	17987,1	18296,1	18335,7	18027,2	18115,7	18197,7	18056,3
7 Себестоимость 1 т продукции, руб.	3112,0	2950,3	2947,1	3194,9	2979,8	2976,6	3140,6	3054,9	3063,6	3102,5
8 Условно чистый доход / га, руб.	26429,9	31358,4	31530,3	27052,9	30823,9	30944,3	27829,8	29324,3	29322,3	28503,7
9 Рентабельность, %	157,1	171,2	171,4	150,4	168,5	168,8	154,7	161,9	161,1	157,9

7.4. Приемы оптимизации зональной системы защиты озимой пшеницы от доминантных видов вредителей

Изложенные в диссертации экспериментальные материалы по изучению взаимодействий компонентов триотрофа: озимая пшеница — фитофаги — энтомофаги и их анализ с использованием современных статистических методов позволили разработать математические модели, отражающие влияние биотических, абиотических и антропогенных факторов на трофические взаимодействия в агробиоценозе культуры и вычленили наиболее важные из них, влияющие на численность доминантных видов вредителей. Полученные результаты были использованы для оптимизации зональной системы защиты озимой пшеницы от комплекса доминантных вредителей в весенне-летний период в Центральном Предкавказье (Таблица 6).

Положительными моментами оптимизации зональной системы защиты озимой пшеницы от комплекса доминантных вредителей является: защита посевов озимой пшеницы с помощью одной обработки, возможность совмещения по срокам с фунгицидными обработками, прибавка урожая 0,79–0,82 т/га, снижение себестоимости продукции и условно чистый доход 4928,5–5100,4 руб./га, повышение экологической безопасности системы защиты озимой пшеницы на больших площадях Центрального Предкавказья. Отмеченные положительные моменты оптимизации зональной системы защиты озимой пшеницы от комплекса доминантных вредителей позволяют решать проблемы экономического и социального характера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетних исследований, выполненных в Центральном Предкавказье, в системе триотрофа изучены особенности взаимодействия продуцента (озимая пшеница) с консументами первого порядка (фитофаги) и второго порядка (энтомофаги) с учетом воздействия на них различных факторов (абиотических, биотических, антропогенных) в разные фазы развития культуры. Выявлен вредоносный комплекс доминантных видов фитофагов, повреждающих озимую пшеницу в весенне-летний период вегетации. Данный комплекс представлен вредной черепашкой *E. integriceps*, злаковыми тлями *S. avenae* и *S. graminum*, пшеничным трипсом *H. tritici* и хлебными пилильщиками *C. pygmaeus* и *T. tabidus*, и их энтомофагами – представителями семейств Aelothripidae, Chrysopidae, Coccinellidae, Scelionidae, Syrphidae, Aphidiidae, Encyrtidae, Ichnumonidae, Tachinidae.

Сопряженное развитие этих видов фитофагов и их энтомофагов с озимой пшеницей в весенне-летний период вегетации начинается с фазы выхода в трубку до полной спелости, что охватывает VI–XII этапы органогенеза продуцента, связанные с формированием генеративных, репродуктивных органов и урожая зерна. Это определяет высокую степень вредоносности установленного комплекса вредителей в фазы колошения – восковой спелости, так как наносимые ими повреждения приводят к прямым потерям урожая и снижению его качества, что требует обязательной защиты озимой пшеницы от комплекса вредителей в этот период вегетации.

Таблица 6 – Оптимизация зональной системы защиты озимой пшеницы от комплекса доминантных вредителей в весенне-летний период в Центральном Предкавказье

Фазы развития	Этапы органогенеза	Комплекс мероприятий	
		Применяемая система; мониторинг вредных видов общепринятыми методами	Оптимизированная система; мониторинг вредных видов с помощью разработанной программы для ЭВМ
До посева	До посева	Применение районированных сортов	Подбор сортов и сортосмесей, устойчивых к вредителям (снижение численности вредной черепашки, хлебного пилильщика, пшеничного трипса, злаковых тлей)
		Соблюдение севооборота	Посев по парам (занятый, черный) и пропашным предшественникам (снижение численности вредной черепашки, хлебных пилильщиков, пшеничного трипса, злаковых тлей)
		Рекомендованная система удобрений	Расчетная система удобрений (повышение компенсаторных способностей растений, снижение численности пшеничного трипса, злаковых тлей)
До посева	До посева	Отвальная, комбинированная, поверхностная	Отвальная (снижение численности хлебный пилильщиков, пшеничного трипса, злаковых тлей)
Кущение	III–V	Обработка гербицидом (свыше 50 растений на 1 м ²)	Опрыскивание гербицидами (свыше 20 растений на 1 м ²) (снижение численности хлебных пилильщиков, вредной черепашки, злаковых тлей)
Выход в трубку	VI–VII	Обработка инсектицидами (вредная черепашка – 2 экз/м ²)	При необходимости опрыскивание смесевым инсектицидом или баковой смесью на основе пиретроида и неоникотиноидов против комплекса доминантных видов вредителей
Выход в трубку	VII	Обработка инсектицидом (пшеничный трипс – 25 экз/растение)	
Колошение	VIII	Обработка инсектицидом (хлебный пилильщик – 6–7 экз/100 взмахов сачка)	
Молочная спелость	XI	Обработка инсектицидом (вредная черепашка – 3–5 экз/м ² , злаковые тли – 5–10 экз/колос, пшеничный трипс – 40–50 экз/растение)	

В результате анализа большого объема экспериментальных данных с использованием комплекса статистических методов выявлена количественная взаимосвязь численности консументов первого и второго порядка с погодными условиями на разных этапах органогенеза продуцента. Установлено, что засушливые условия в целом благоприятны для развития и размножения доминантных видов фитофагов и их энтомофагов. Как правило, отрицательное влияние на их численность оказывает прохладная и дождливая весна. Снижению численности вредной черепашки способствуют засушливые и жаркие условия в период массовой откладки яиц и дожди ливневого характера – в период массового отрождения личинок.

Расчитанные аналитические уравнения и коэффициенты позволили оценить влияние различных факторов на взаимодействия в системе триотрофа. Так, было установлено, что сорта интенсивного типа (Русса, Эхо, Крошка) обладают относительной устойчивостью к основным видам вредителей, оказывая на них прямое воздействие и косвенное – через энтомофагов, что приводит к снижению численности вредных видов на 38,3–65,6 %. Сорт Степная 7 и сортосмеси устойчивых и неустойчивых сортов (Крошка или Эхо с Донской Юбилейной) зарекомендовали себя среднеустойчивыми к фитофагам. Расчеты также показали, что в результате взаимодействия фитофагов с другим продуцентом – сорными растениями – установленный для Центрального Предкавказья ЭПВ сорных растений 50 шт/м² следует снизить до 20 шт/м².

Установлено, что такой биотический фактор, как полезная деятельность природных популяций энтомофагов, оказывает прямое влияние на численность своих жертв при благоприятных для их размножения погодных условиях. В связи с этим возможна отмена обработки против вредной черепашки при численности ее имаго 2 экз/м² и зараженности 25 % мухами фазиями или зараженности 40 % яиц теленоминами. Критерием эффективности энтомофагов злаковых тлей является соотношение хищник:жертва 1:30–1:40 или соотношение 1:40–1:50, если зараженность популяции тлей паразитами не ниже 30 %. Для пшеничного трипса данный показатель соответствует соотношению хищник:жертва 1:40–1:50.

Установлено неоднозначное влияние отдельных агротехнических приемов возделывания озимой пшеницы на численность консументов первого и второго порядка. Так, отвальный способ обработки почвы снижает в среднем на 26–40 % численность злаковых тлей, пшеничного трипса, хлебных пилильщиков и их энтомофагов из сем. Scelionidae, Encyrtidae, Tachinidae, Aphidiidae, Coccinellidae. В то же время он не оказывает существенного влияния на численность вредной черепашки и энтомофагов, полосатого трипса и представителей сем. Syrphidae и Chrysopidae. Показано, что в условиях Центрального Предкавказья озимую пшеницу следует высевать по лучшим предшественникам (черный пар, кукуруза, подсолнечник) и обеспечивать растения сбалансированным питанием, что приводит к снижению численности фитофагов на 7,4–46,3 % и способствует увеличению активности природных популяций энтомофагов.

Использование ряда экологических индексов показало, что лесополосы увеличивают видовое богатство и снижают выровненность видовой структуры прилегающих к ним полей озимой пшеницы. Наименьшие коэффициенты выровненности распределения видов по обилию наблюдаются в центре поля, что свидетельствует о доминировании здесь ограниченного числа видов. Наибольшее видовое разнообразие и повышенная численность вредных видов отмечаются в краевой полосе, однако обилие энтомофагов в этой зоне ограничивает их размножение.

Изучение характера пространственного распределения фитофагов и энтомофагов на полях озимой пшеницы показало, что их численность уменьшается по мере удаления от края к центру поля, что подтверждено статистической обработкой данных с помощью градиент-анализа и показателей бета-разнообразия. Поля озимой пшеницы большой площади наиболее уязвимы в середине посева, так как численность фитофагов и энтомофагов здесь в 1,7–3,0 раза ниже, чем в краевой части поля. При благоприятных погодных условиях для развития фитофагов именно в середине поля может произойти резкое увеличение их численности.

В качестве перспективных средств борьбы с комплексом доминантных видов фитофагов озимой пшеницы рекомендованы препараты Эфория (0,2 л/га) и баковая смесь Децис Профи + Конфидор Экстра (0,02 + 0,025 кг/га), представляющие собой смеси пиретроидов с неоникотиноидами и обеспечивающие длительный защитный эффект (до 28 суток) в борьбе с комплексом вредителей озимой пшеницы в весенне-летний период. Оценка хозяйственной и экономической эффективности выявила целесообразность их применения в фазу колошения, пока вредные виды не успели нанести значительный ущерб урожаю.

Разработанная на основе математического моделирования программа «Расчет численности основных вредителей озимой пшеницы и их энтомофагов в различные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от абиотических, биотических и антропогенных факторов», способствующая совершенствованию прогноза численности комплекса вредителей, вызывающих прямые потери урожая, была зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ ФИПС (свидетельство № 2017663934 от 13.12.17 г.).

Итогом полученных за годы исследований экспериментальных и статистически полученных данных явилась оптимизация зональной системы защиты озимой пшеницы от вредных организмов на основе усовершенствованного прогноза численности вредителей с использованием разработанной программы для ЭВМ и установленных факторов снижения их численности. «Система защиты озимой пшеницы от вредителей и болезней на Юге России» утверждена НТС МСХ Ставропольского края (протокол 1 от 7 сентября 2018 г.) и рекомендована для широкого внедрения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для прогноза или мониторинга численности доминантных вредителей озимой пшеницы и определения необходимости проведения защитных мероприятий использовать программу для ЭВМ «Расчет численности основных вредителей озимой пшеницы и их энтомофагов в различные фазы онтогенеза озимой пшеницы в зависимости от абиотических, биотических и антропогенных факторов».

2. Использовать рекомендованную Министерством сельского хозяйства Ставропольского края «Систему защиты озимой пшеницы от вредителей и болезней на Юге России», оптимизированную за счет прогноза численности вредителей с помощью разработанной программы для ЭВМ и включения в нее устойчивых сортов, агротехнических приемов (предшественников, отвальной обработки почвы, расчетного внесения удобрений), способствующих снижению численности вредителей, уточненного экономического порога вредоносности сорных растений, использования баковых смесей препаратов на основе пиретроидов и неоникотиноидов против комплекса доминантных вредителей, оптимальным и экономически целесообразным сроком применения которых является фаза колошения.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации, которые входят в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ и включенных в международные базы данных

1. **Glazunova, N.N.** Protection The Winter Wheat From Pests In The South Of Russia / N.N. Glazunova, Yu.A. Bezgina, L.V. Maznitsyna, E.B. Drepa, D.V. Ustimov // Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. – 2018. – Vol. 9. – Is. 4. – Pp. 578–582.
2. **Глазунова, Н.Н.** Влияние длительного применения систем удобрений на видовой состав и численность насекомых-фитофагов и их энтомофагов в посевах озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Л.В. Мазницына, А.П. Шутко, Л.В. Тутуржанс // Агрехимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 46–50.
3. **Глазунова, Н.Н.** Логическая модель влияния воздействующих факторов на численность энтомоценоза озимой пшеницы в разные фазы ее онтогенеза / Н.Н. Глазунова, М.А. Изюмов, Ю.А. Безгина // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 1 (29). – С. 86–90.
4. **Глазунова, Н.Н.** Расчет численности основных вредителей озимой пшеницы и их энтомофагов в различных фазах онтогенеза в зависимости от абиотических, биотических и антропогенных факторов / Н.Н. Глазунова, М.А. Изюмов // Программа для ЭВМ. Государственная регистрация № 2017663934 от 13.12.2017 г. Опубликовано 13.12.2017.
5. **Глазунова, Н.Н.** Эффективный способ защитить озимую пшеницу от основных вредителей / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Л.В. Мазницына, Д.В. Устимов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 641–649.
6. **Глазунова, Н.Н.** Математическое описание взаимосвязи динамики численности популяции *Haplothrips tritici* Kurd. и *Aelothrips fasciatus* L. в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы от погодно-климатических факторов в Центральном Предкавказье / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Л.В. Мазницына, О.В. Шарипова, Д.В. Устимов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 379–387.
7. **Глазунова, Н.Н.** Математическое моделирование взаимосвязи погодно-климатических факторов и динамики численности популяции *Cephus pygmaeus* L. и *Collyria coxator* Vill. в разные фазы онтогенеза озимой пшеницы в Ставропольском крае / Н.Н. Глазунова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 601–609.
8. **Глазунова, Н.Н.** Влияние степени засоренности посевов озимой пшеницы на популяцию злаковых тлей и ее афидофагов / Н.Н. Глазунова, Л.В. Мазницына, О.В. Шарипова, А.Н. Шипуля // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – С. 709–717.
9. **Глазунова, Н.Н.** Эффективность современных приемов защиты посевов озимой пшеницы от вредителей / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Л.В. Мазницына, О.В. Шарипова, А.А. Беловолова, Д.В. Устимов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1643–1652.
10. **Добронравова, М.В.** Фитосанитарное состояние и защита озимой пшеницы от сосущих вредителей в Центральном Предкавказье / М.В. Добронравова, **Н.Н. Глазунова** // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 425–432.
11. **Глазунова, Н.Н.** Математическое моделирование изменения численности популяции злаковых тлей и ее энтомофагов (паразитов и хищников) в разные периоды онтогенеза озимой пшеницы и погодно-климатических факторов / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 965–973.
12. **Глазунова, Н.Н.** Математическое описание взаимосвязи численности вредной черепашки, тленомин, фазий и погодно-климатических факторов в фазы онтогенеза озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – № 4 (12). – С. 160–169.
13. **Глазунова, Н.Н.** Влияние лесополос на энтомофауну в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Защита и карантин растений. – 2007. – № 4. – С. 44–45.

14. **Глазунова, Н.Н.** Взаимоотношения между видами в консорции озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия «Естественные науки». – 2006. – № 5. – С. 65–70.

15. **Глазунова, Н.Н.** Биоэкологические факторы размножения представителей энтомофауны в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Мандра // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия «Естественные науки». – 2006. – № 5. – С. 70–76.

16. **Глазунова, Н.Н.** Влияние предшественника в чистосортных и смешанных посевах на урожайность озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия «Естественные науки». – 2006. – № 6. – С. 82–85.

17. **Глазунова, Н.Н.** Тенденции расселения фитофагов и энтомофагов в агроценозе озимого поля / Н.Н. Глазунова // Защита и карантин растений. – 2006. – № 7. – С. 39–40.

18. **Глазунова, Н.Н.** Пути сохранения ценных компонентов агробиоценозов / Н.Н. Глазунова, Е.В. Ченикалова // Защита и карантин растений. – 2006. – № 8. – С. 19–20.

Монографии и учебно-методические пособия

19. **Глазунова, Н.Н.** Состав и структура консортов озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставрополя : Монография / Н.Н. Глазунова. – Ставрополь, 2004. – 104 с.

20. **Глазунова, Н.Н.** Интегрированная защита сельскохозяйственных культур Ставропольского края : Учебное пособие. Допущено УМО вузов РФ по агрономическому образованию в качестве учебного пособия / Н.Н. Глазунова, О.Г. Шабалдас, Ю.А. Безгина. – Ставрополь : АГРУС, 2006. – 96 с.

21. **Глазунова, Н.Н.** Системы защиты основных полевых культур Юга России. Допущено УМО вузов РФ по агрономическому образованию в качестве учебного пособия / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Л.В. Мазницына, О.В. Шарипова. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2013. – 184 с.

22. **Глазунова, Н.Н.** Химические средства защиты растений и основы их применения : Учебное пособие / СтГАУ / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – 216 с.

23. Ченикалова, Е.В. Сбор и коллекционирование насекомых / Е.В. Ченикалова, Е.И. Годунова, **Н.Н. Глазунова**. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2018. – 108 с.

24. **Глазунова, Н.Н.** Система защиты озимой пшеницы от вредителей и болезней на Юге России (Методические рекомендации). Рекомендовано Министерством сельского хозяйства Ставропольского края / Н.Н. Глазунова, А.П. Шутко, Ю.А. Безгина и др. / под ред. Н.Н. Глазуновой. – Ставрополь : СЕКВОЙЯ, 2018. – 97 с.

Статьи в других периодических изданиях и сборниках

25. Белюченко, И.С. Состав основных консортов фито- и энтомофагов озимой пшеницы в засушливой зоне Ставрополя / И.С. Белюченко, **Н.Н. Боташева** // Экологические проблемы Кубани. – 2003. – № 19. – С. 37–52.

26. **Боташева, Н.Н.** Влияние предшественников на устойчивость агроценоза озимой пшеницы к фитофагам / И.С. Белюченко, Н.Н. Боташева // Экологические проблемы Кубани. – 2003. – № 19. – С. 52–57.

27. **Глазунова, Н.Н.** Влияние абиотических факторов на численность сосущих вредителей и их энтомофагов / Н.Н. Глазунова // Современные достижения в химии, биологии и экономике : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь, 2004. – С. 34–37.

28. **Глазунова, Н.Н.** Пшеничный трипс и его энтомофаги в агроценозе озимой пшеницы Ставрополя / Н.Н. Глазунова // Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе. – Ставрополь, 2004. – С. 27–32.

29. **Глазунова, Н.Н.** Особенности влияния фитофагов на качество выращиваемого урожая озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Современные достижения в химии и биотехнологии : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь, 2005. – С. 51–56.

30. **Глазунова, Н.Н.** Исследования воздействия различных факторов на численность и видовое разнообразие энтомофауны в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Мандра // Современные достижения в химии и биотехнологии : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь, 2005. – С. 57–65.

31. **Глазунова, Н.Н.** Влияние систем возделывания озимой пшеницы на видовое разнообразие в агроценозе / Н.Н. Глазунова // Современные достижения в химии и биотехнологии : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь, 2006. – С. 23–38.

32. **Глазунова, Н.Н.** Возможности регулирования численности фитофагов в агроценозах озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Молодежная аграрная наука: состояние, проблемы и перспективы развития : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2007. – С. 36–44.

33. **Глазунова, Н.Н.** Влияние сорной растительности на численность клопа вредной черепашки и его энтомофагов в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Инновации аграрной науки и производства : состояние, проблемы и пути решения : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – С. 104–109.

34. **Глазунова, Н.Н.** Влияние засоренности полей на структуру энтомоценоза в процессе онтогенеза озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Химия. Биотехнология. Защита растений : сб. науч. тр. – Ставрополь : Мир данных, 2009. – С. 42–45.

35. **Глазунова, Н.Н.** Современные подходы к защите растений / Н.Н. Глазунова, Л.В. Мазницына, М.С. Сигида, А.Н. Кононова // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 28. – № 3. – С. 65–68.

Публикации в материалах научных конференций, съездов

36. **Боташева, Н.Н.** Влияние химических средств защиты растений на развитие комплекса вредных организмов озимой пшеницы / Н.Н. Боташева, А.П. Шутко, Н.А. Муранова // Студенческая наука в XXI веке : сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2002. – С. 76–80.

37. Белюченко, И.С. Влияние сортов озимой пшеницы на трофические связи ее консортов / И.С. Белюченко, **Н.Н. Боташева** // Химизация растениеводства и вопросы экологии : сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2002. – С. 56–59.

38. **Боташева, Н.Н.** Мероприятия по повышению устойчивости агроценоза озимой пшеницы / Н.Н. Боташева // Химизация растениеводства и вопросы экологии : сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2002. – С. 60–65.

39. **Боташева, Н.Н.** Видовое разнообразие и биологические особенности развития паразитов злаковых тлей сем. Aphididae в неустойчивой зоне увлажнения Ставрополья / Н.Н. Боташева, Е.А. Андреев // Химизация растениеводства и вопросы экологии : сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2002. – С. 66–70.

40. **Боташева, Н.Н.** Регулирующая роль предшественников в агроценозе пшеничного поля / Н.Н. Боташева // Агротехнический метод в защите растений от вредных организмов : сб. науч. тр. по материалам 2-й Всерос. науч.-практ. конф. / КубГАУ. – Краснодар, 2002. – С. 58–62.

41. **Боташева, Н.Н.** Экологическая и экономическая эффективность энтомофагов основных вредителей озимой пшеницы / Н.Н. Боташева // Повестка дня на XXI век: Программа действий – экологическая безопасность и устойчивое развитие : материалы 1-й Междунар. науч. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2002. – С. 53–57.

42. **Боташева, Н.Н.** Эффективные хищники злаковых тлей сем. Coccinellidae (Coleoptera) / Н.Н. Боташева // Повестка дня на XXI век: Программа действий – экологическая безопасность и устойчивое развитие : материалы 1-й Междунар. науч. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2002. – С. 57–61.

43. **Боташева, Н.Н.** Влияние условий среды на структуру основных консортов озимой пшеницы и аспекты экологического мониторинга / Н.Н. Боташева // Наука III тысячелетия : Междунар. форум : сб. науч. тр. – М., 2002. – С. 144–148.

44. **Глазунова, Н.Н.** Влияние погодных условий на динамику численности злаковых тлей и их афидофагов / Н.Н. Глазунова // Защита и карантин растений : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь, 2003. – С. 103–106.

45. **Глазунова, Н.Н.** Экологические аспекты интегрированной защиты растений / Н.Н. Глазунова // Защита и карантин растений : сб. науч. тр. / СтГАУ. – Ставрополь, 2003. – С. 110–117.

46. Белюченко, И.С. Гомеостатическая устойчивость агроценоза озимой пшеницы к комплексу факторов / И.С. Белюченко, **Н.Н. Глазунова** // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 68-й науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2004. – С. 29–33.

47. **Глазунова, Н.Н.** Уровни сопряженного развития консортов озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 68-й науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2004. – С. 23–29.

48. **Глазунова, Н.Н.** Экологические аспекты биорегуляции сообществ в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Интегрированная защита сельскохозяйственных культур и фитосанитарный мониторинг в современной земледелии : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посв. 40-летию факультета защиты растений. – Ставрополь, 2004. – С. 32–40.

49. **Глазунова, Н.Н.** Влияние различных факторов на численность и видовое разнообразие энтомофауны в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Университетская наука – региону. Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе : материалы 50-й науч. конф. – Ставрополь, 2005. – С. 42–48.

50. **Глазунова, Н.Н.** Влияние фитофагов на качество выращиваемого урожая озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Университетская наука – региону. Проблемы развития биологии и экологии на Северном Кавказе : материалы 50-й науч. конф. – Ставрополь, 2005. – С. 48–53.

51. **Глазунова, Н.Н.** Экологические аспекты в системе защиты агроценозов озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Проблемы производства продукции растениеводства на мелиорированных землях : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2005. – С. 234–239.

52. **Глазунова, Н.Н.** Динамика численности фитофагов озимой пшеницы и их энтомофагов в чистосортных и смешанных посевах по разным предшественникам / Н.Н. Глазунова // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 69-й науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2005. – С. 105–111.

53. **Глазунова, Н.Н.** Урожайность озимой пшеницы в чистосортных и смешанных посевах по разным предшественникам / Н.Н. Глазунова // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 69-й науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2005. – С. 112–116.

54. Ченикалова, Е.В. Теоретические основы изучения роли устойчивых сортов сельскохозяйственных культур к вредителям в агроэкосистемах / Е.В. Ченикалова, **Н.Н. Глазунова**, О.В. Мухина, Р.С. Еременко // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 69-й науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2005. – С. 251–254.

55. **Глазунова, Н.Н.** Динамика численности злаковых тлей и их энтомофагов в чистосортных и смешанных посевах озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Проблемы энтомологии Северо-Кавказского региона : материалы 1-й науч.-практ. регион. конф. / РЭО РАН, СтГАУ. – Ставрополь, 2005. – С. 92–97.

56. **Глазунова, Н.Н.** Взаимоотношения консортов I и II порядка в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Проблемы энтомологии Северо-Кавказского региона : материалы 1-й науч.-практ. регион. конф. / РЭО РАН, СтГАУ. – Ставрополь, 2005. – С. 98–102.

57. Ченикалова, Е.В. Теоретические основы изучения роли устойчивых сортов сельскохозяйственных культур к вредителям в агроэкосистемах / Е.В. Ченикалова, **Н.Н. Гла-**

зунова, О.В. Мухина, Р.С. Еременко // Проблемы энтомологии Северо-Кавказского региона : материалы 1-й науч.-практ. регион. конф. / РЭО РАН, СтГАУ. – Ставрополь, 2005. – С. 102–105.

58. **Глазунова, Н.Н.** Новый способ повышения качества продовольственного зерна / Н.Н. Глазунова // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь : АГРУС, 2005. – Т. 1. – С. 343–347.

59. **Глазунова, Н.Н.** Использование геоинформационных систем в создании сбалансированных и устойчивых агроценозов / Н.Н. Глазунова, Т.П. Гриценко, Ю.А.Мандра // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь : АГРУС, 2005. – Т. 1. – С. 348–352.

60. **Глазунова, Н.Н.** Экологическая и экономическая целесообразность применения мобильных критериев ЭПВ для основных вредителей озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Фитосанитарное оздоровление экосистем. Второй Всерос. съезд по защите растений / Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005 г. – СПб., 2005. – Т. 2. – С. 221–222.

61. **Глазунова, Н.Н.** Как сохранить и приумножить энтомофауну в посевах / Н.Н. Глазунова // Проблемы экологической безопасности и сохранения природно-ресурсного потенциала : сб. матер. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. / г. Ессентуки, 30 сентября – 01 октября 2005. – Кавказские Минеральные Воды, 2005. – С. 145–149.

62. **Глазунова, Н.Н.** Динамические модели численности консортов агроценоза озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Перспективы социально-экономического развития Южного федерального округа : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. / Пятигорск, 2006. – Т. 1. – С. 123–129.

63. **Глазунова, Н.Н.** Экологические факторы, оказывающие влияние на размножение представителей энтомофауны в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Мандра // Проблемы экологии и защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 70-й науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь, 2006. – С. 17–25.

64. **Глазунова, Н.Н.** Пшеничный трипс и его энтомофаги / Н.Н. Глазунова // Проблемы энтомологии Северо-Кавказского региона : материалы 1-й Всерос. науч.-практ. интернет-конф. / РЭО РАН, СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2006. – Вып. 2. – С. 65–67.

65. **Глазунова, Н.Н.** Перспективы использования природных энтомофагов в системе защиты озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Технология создания биологических средств защиты растений на основе энтомофагов, энтомопатогенов, микробов-антагонистов и применения их в открытом и закрытом грунтах : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2006. – С. 115–157.

66. **Глазунова, Н.Н.** Видовое разнообразие и биологические особенности семейства Aphidiidae в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Тезисы Симпозиума стран СНГ по перепончатокрылым насекомым, Россия. – М., 2006. – С. 65.

67. **Глазунова, Н.Н.** Видовой состав и биологические особенности семейства Coccinellidae (Coleoptera) в агроценозах озимой пшеницы в условиях центрального Предкавказья / Н.Н. Глазунова // Проблемы энтомологии Северо-Кавказского региона : материалы 2-й Всерос. науч.-практ. интернет-конф. / РЭО РАН, СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2007. – С. 71–76.

68. **Глазунова, Н.Н.** Защита озимой пшеницы в Ставропольском крае современными пестицидами / Н.Н. Глазунова // Интегрированная защита сельскохозяйственных культур и фитосанитарный мониторинг в современной земледелии : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2007. – С. 75–80.

69. **Глазунова, Н.Н.** Использование природного потенциала для экологизации агроценозов озимой пшеницы и систем ее защиты / Н.Н. Глазунова // Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины : тезисы докладов XIII съезда РЭО, Краснодар, 5–15 сентября 2007 г. – Краснодар, 2007. – С. 53.

70. **Глазунова, Н.Н.** Влияние сорной растительности на численность злаковых тлей и их энтомофагов в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Проблемы экологии и

защиты растений в сельском хозяйстве : материалы 72-й науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – С. 31–34.

71. **Глазунова, Н.Н.** Влияние сорной растительности на численность обыкновенного хлебного пилильщика и его энтомофага коллирии в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Вып. 4: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / СтГАУ. – Ставрополь : АГРУС, 2008. – С. 278–281.

72. **Глазунова, Н.Н.** Влияние сорной растительности на численность фитофагов и их энтомофагов в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // *Materialy IV Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji “Aktualne problemy nowoczesnych nauk – 2008”*. T. 19. Medycyna. Nauk biologicznych. – Rolnictwo : Przemysl. Nauka i studia, 2008. – С. 95–98.

73. **Глазунова, Н.Н.** Влияние засоренности полей на численность и эффективность афидофагов злаковых тлей в процессе онтогенеза / Н.Н. Глазунова // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. – Вып. 5: Актуальные вопросы энтомологии : материалы II Междунар. науч. интернет-конф. / СтГАУ. – Ставрополь : Агрус, 2009. – С. 202–204.

74. **Глазунова, Н.Н.** Влияние лесополос на численность и видовое разнообразие энтомофауны в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. – Вып. 6: Актуальные вопросы энтомологии : материалы III Междунар. науч.-практ. интернет-конф. / СтГАУ. – Ставрополь : Агрус, 2010. – С. 100–103.

75. **Глазунова, Н.Н.** Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с основными вредителями в посевах озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова, А.В. Алексеев, А.А. Браилко // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества : материалы IV Междунар. науч.-практ. интернет-конф. «Актуальные вопросы энтомологии» / СтГАУ. – Ставрополь : Ставроп. изд-во «Параграф», 2011. – С. 160–165.

76. **Глазунова, Н.Н.** Новый подход к защите от основных вредителей в весенне-летний период / Н.Н. Глазунова // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества : материалы VII Междунар. науч.-практ. интернет-конф. «Актуальные вопросы энтомологии» / СтГАУ. – Ставрополь : Ставроп. книж. изд-во «Параграф», 2014. – Вып. 10. – С. 66–75.

77. **Глазунова, Н.Н.** Новые возможности в защите озимой пшеницы от основных вредителей / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества : VIII Международная научно-практическая интернет-конференция, 2015. – С. 92–113.

78. **Глазунова, Н.Н.** Влияние различных сроков применения инсектицидов на их биологическую эффективность и урожайность озимой пшеницы в условиях опытной станции Ставропольского ГАУ / Н.Н. Глазунова // *Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : 80-я науч.-практ. конф., приуроченная к 85-летию юбилею Бобрышева Федора Ивановича и заслуженному деятелю науки РФ, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, участнику Великой Отечественной войны Куренному Николаю Митрофановичу.* – Ставрополь, 2015. – С. 17–27.

79. Носова, И.Н. Фенология бахромчатокрылых в посевах озимой пшеницы / И.Н. Носова, **Н.Н. Глазунова** // *Аграрная наука, творчество, рост : V Междунар. науч.-практ. конф.*, 2015. – С. 46–48.

80. Близнюк, Д.А. Биологическая эффективность баковых смесей инсектицидов Конфидор Экстра и Децис Профи в борьбе с основными вредителями в посевах озимой пшеницы / Д.А. Близнюк, **Н.Н. Глазунова** // *Аграрная наука, творчество, рост : V Междунар. науч.-практ. конф.* 2015. С. 80–84.

81. Устимов, Д.В. Особенности развития семяночной коровки в посевах зерновых культур на Ставрополье / Устимов, Д.В. **Н.Н. Глазунова** // Аграрная наука, творчество, рост : V Междунар. науч.-практ. конф., 2015. – С. 192–194.

82. **Глазунова, Н.Н.** Влияние степени засоренности озимой пшеницы на численность основных вредителей и их энтомофагов / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества : IX Междунар. науч.-практ. интернет-конф., 2016. – С. 78–84.

83. **Глазунова, Н.Н.** Влияние лесополос на видовое разнообразие агроценозов озимой пшеницы в хозяйствах Ставропольского края / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе : Сб. науч. ст. по матер. Междунар. науч.-практ. конф., 2017. – С. 43–45.

84. **Глазунова, Н.Н.** Лесополосы увеличивают биоразнообразие агроценоза озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова, Ю.А. Безгина, Д.В. Устимов // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. ст. по матер. V Междунар. науч. конф., 2017. – С. 240–242.

85. **Глазунова, Н.Н.** Видовой состав жуков кокциnellид и особенности их развития в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. ст. по матер. V Междунар. науч. конф., 2017. – С. 239–240.

86. **Глазунова, Н.Н.** Пространственное распределение основных вредителей и их энтомофагов в посевах озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. ст. по матер. V Междунар. науч. конф., 2017. – С. 236–239.

87. **Глазунова, Н.Н.** Характер размещения фитофагов и их энтомофагов в агроценозе озимой пшеницы / Н.Н. Глазунова // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества : X Междунар. науч.-практ. интернет-конф., 2017. – С. 41–45.

88. **Глазунова, Н.Н.** Фитосанитарная ситуация по вредителям озимой пшеницы в Центральном Предкавказье / Н.Н. Глазунова // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сб. науч. тр. по матер. VI Междунар. науч.-практ. конф., 2018. – С. 64–67.

89. **Глазунова, Н.Н.** Пути снижения пестицидной нагрузки в посевах озимой пшеницы на Юге России / Д.В. Устимов, **Н.Н. Глазунова**, Ю.А. Безгина // Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к 65-летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ. – Ставрополь, 2018. – С. 303–308.