

**Вихрова Елена Александровна**

**ВЛИЯНИЕ ПОЛЕВЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА  
УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА МЯГКОЙ  
ЯРОВОЙ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ  
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений  
(Сельскохозяйственные науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Новосибирск, 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» в 2011–2017 гг.

**Научный  
руководитель**

**Каплин Владимир Григорьевич**

доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Всероссийского НИИ защиты растений

**Официальные  
оппоненты:**

**Бокина Ирина Геннадьевна**

доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории защиты зерновых и картофеля отдела защиты растений защиты СФНЦА РАН

**Глазунова Наталья Николаевна** доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры химии и защиты растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

**Ведущая  
организация**

**ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологий и инженерии имени Н.И. Вавилова**

Защита состоится 29 октября 2024 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.025.02, созданного на базе ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», по адресу: 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, д.160.  
тел./факс:8 (383) 267-05-10; e-mail: d\_sovet@nsau.edu.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет» и на официальном сайте [www.nsau.ru](http://www.nsau.ru)

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета

Гаврилец Т.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Продовольственная и экологическая безопасность – важнейшие проблемы в мире и в России, в частности. Это обуславливает необходимость разработки и внедрения, современных экономически обоснованных технологий с целью получения экологически безопасного продукта растениеводства высокого качества [Захаренко, 2015]. Один из главных критериев производственной ценности того или иного сорта пшеницы – формирование им высококачественного зерна в зоне возделывания. Отрицательное влияние на урожайность и качества зерна пшеницы в полевых условиях оказывают вредители зерновых культур с колюще-сосущим ротовым аппаратом (трипсы, злаковые тли, клопы), повреждения которых приводят к угнетению растений, снижению их продуктивности и ухудшению качества зерна. Актуальным остается вопрос защиты пшеницы от вредителей.

Современное потепление климата в России способствует расширению ареалов насекомых-вредителей и учащению вспышек их численности, улучшает условия для размножения полевых хлебных вредителей зерна, в частности, клопов-черепашек, пшеничного трипса, ячменной тли. Повышение их численности в посевах пшеницы существенно снижает урожайность культуры. Эти вредители отрицательно воздействуют также на качество зерна, оно становится щуплым, в нем уменьшается содержание клейковины, стекловидных зерен с повышенным содержанием белка, ухудшаются хлебопекарные качества [Прянишников и др., 2010; Беспалова и др., 2006].

Для хлебопечения применяют муку из зерна мягкой стекловидной пшеницы со значительным содержанием белка и клейковиной хорошего качества. Особый интерес к качеству зерна данной культуры проявляют современные производители и экспортеры зерна [Кондратенко, 2016; Егушова и др., 2012]. Улучшение качества зерновых – одна из главных проблем агропромышленного комплекса страны [Simmonds, 1991; Yau, 1991; Алтухов, 2004].

Агроценозы пшеницы отличаются высоким биоразнообразием, где в России и прилежащих странах выявлено около 670 видов насекомых, 416 из которых являются фитофагами [Копанева и др., 1980]. Несмотря на применение пестицидов, среднемировые потери урожая пшеницы от вредных организмов за последние годы

увеличились с 24 до 34 % [Каплин и др., 2007]. Основная задача, стоящая перед сельским хозяйством в настоящее время, – обеспечение сохранности зерна без потерь и снижения качества. В связи с этим важно создавать и внедрять продуктивные сорта, устойчивые к вредителям с учетом почвенно-климатических условий регионов, что и определяет актуальность исследований.

**Степень разработанности проблемы.** Урожайность и хлебопекарные свойства зерна во многом зависят от повреждений растений вредителями. Одни из наиболее опасных полевых вредителей зерновых культур – клоп-черепашка, пшеничный трипс, ячменная тля. Изучением влияния вредной черепашки (*Eurygaster integriceps*) на технологические и хлебопекарные свойства зерна сортов яровой пшеницы занимались М.И. Дулов, Е.С. Цуканова [2008], О.И. Ломовская [1985], Т.Б. Кулеватова [2013], Е.С. Казакова [2010]. Влияние пшеничного трипса на содержание белка в зерне яровой пшеницы изучали Н.П. Бакаева, Ю.В. Тершукова [2013]. Однако, для условий лесостепи Самарской области сравнительная оценка влияния ячменной тли, клопа-черепашки, пшеничного трипса на качество зерна яровой и озимой пшеницы в зависимости от сорта, а также влияние ячменной тли на хлебопекарные качества зерна практически не изучены.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – установить влияние хлебных вредителей на урожайность и качество зерна мягкой яровой и озимой пшеницы в зависимости от его поврежденности вредителями в лесостепи Среднего Поволжья.

В этой связи решались следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ влияния вредной черепашки, пшеничного трипса и ячменной тли:

– на снижение урожайности зерна озимой и яровой пшеницы в зависимости от их повреждений вегетативных и генеративных органов пшеницы,

– повреждаемость ими зерна озимой и яровой пшеницы;

2. Выявить особенности питания клопа-черепашки, пшеничного трипса и ячменной тли, факторов развития у них внутри- и внекишечного пищеварения и их влияния на хлебопекарные качества зерна;

3. Оценить потери урожайности, стекловидность, количество и качество сырой клейковины в зерне мягкой пшеницы в зависимости от степени его поврежденности ячменной тлей, клопом-черепашкой и

пшеничным трипсом, дать их экономическое обоснование.

**Научная новизна.** В лесостепи Самарской области впервые дана сравнительная оценка влияния полевых вредителей зерна мягкой озимой и яровой пшеницы (клопы-черепашки, пшеничный трипс и ячменная тля) на ее урожайность за счет повреждений вегетативных и генеративных органов. Также впервые изучено влияние ячменной тли на количество и качество сырой клейковины в зерне пшеницы.

Показано, что влияние полевых вредителей пшеницы на качество зерна пшеницы обусловлено их повреждением зерна с помощью колюще-сосущего ротового аппарата, всасыванием питательных веществ в жидком виде, их внутри- и внекишечное переваривание в фазы кушения, трубкования, колошения, молочной, молочно-восковой восковой и полной спелости; ухудшение качества зерна происходит при впрыскивании ими со слюной в фазы восковой и полной спелости в место укола в зерне, преимущественно в эндосперм протеолитических ферментов с целью разжижения пищи и ее всасывания. При этом, чем крупнее вредитель с колюще-сосущим ротовым, тем больше его отрицательное влияние на качество зерна.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследований.** Теоретическая ценность работы состоит в сопряженном анализе пищевых и трофических связей, годовых и сезонных циклов развития полевых вредителей зерна пшеницы с биологическими и экологическими особенностями кормовых растений, их вегетативными и генеративными органами, что позволяет сформулировать основы их вредоносности, имеющие важное практическое значение, выявить закономерности несовпадения наиболее повреждаемых фаз развития кормовых растений с наиболее вредоносными стадиями развития вредителей с целью применения их в биологической защите растений.

**Методология и методы исследований.** Методология исследований основана на изучении научной литературы отечественных и зарубежных авторов, ГОСТов и единых методик по оценке основных технологических свойств зерна, использовании методов, общепринятых в защите растений, статистически достоверных методов и приемов исследований в полевых и лабораторных условиях, с применением дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов при обработке полученных данных.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. К главным факторам развития пшеницы, численности и вредоносности ее вредителей относятся метеоусловия периода вегетации.

2. Наибольшее отрицательное влияние на качество зерна пшеницы оказывают ее полевые вредители с колюще-сосущим ротовым аппаратом; развитие у них внекишечного пищеварения и размеры их тела.

3. Максимальное отрицательное влияние на качество зерна оказывает вредная черепашка. Пшеничный трипс и ячменная тля снижают содержание в зерне клейковины с второго до третьего класса качества.

**Достоверность результатов исследований.** Достоверность полученных данных обусловлена применением общепринятых и научно-обоснованных методов исследований, статистической обработкой полученных данных с применением компьютерных программ для оценки связей между степенью повреждения кормовых растений вредителями и их вредоносностью в снижении урожайности культур.

**Апробация работы.** Материалы диссертационного исследования изложены на: Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2017 г.); Международной школе молодых ученых «Генетические ресурсы растений и их использование в селекции сельскохозяйственных культур» на базе ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (Санкт-Петербург, 2018 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Фундаментальные основы управления продукционным процессом для повышения экономической и энергетической эффективности АПК» (Орел, 2018 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Вклад молодых ученых в аграрную науку», Секция «АГРОНОМИЯ», Подсекция «Растениеводство, земледелие, селекция, защита растений» (Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018 г.); Международной научно-практической конференции «Планирование, проведение и толкование итогов научных исследований» (Киров, 2024 г.); Международной научно-практической конференции «Материалы

и методы инновационных научно-практических исследований и разработок» (Киров, 2024 г.); V Всероссийской научно-практической конференции «Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК» (Курган, 2024 г.).

**Публикация результатов исследований.** По теме диссертации опубликованы 10 научных работ, в том числе 2 из них в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ по защите растений, 2 в рецензируемых научных журналах РФ и одна в журнале, входящем в базу данных Web of Science и Scopus.

**Декларация личного участия автора.** Диссертация содержит фактический материал, полученный автором в течение 2011–2017 гг. Автор лично проводил лабораторные опыты, анализировал литературные источники и данные собственных исследований.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 177 источников, в том числе 28 на иностранных языках. Работа изложена на 118 страницах общего текста, содержит 17 таблиц и 5 рисунков.

**Благодарности.** Выражаю благодарность научному руководителю, доктору биологических наук, профессору В.Г. Каплину за руководство работой, а также сотрудникам Поволжского НИИСС им. П.Н. Константинова за содействие и помощь в проведении исследований.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В главе 1 «**Обзор литературы**» характеризуются экологические и биологические факторы, влияющие на свойства и показатели качества зерна пшеницы; биология и экология клопа вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Puton), ячменной тли (*Diuraphis noxia* Mordv.), пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd.), приведены карты их современных мировых ареалов, рассматриваются особенности сезонного развития, динамики численности, питания, пищеварения, трофических связей с вегетативными и генеративными органами кормовых растений, вредоспособности и вредоносности.

В главе 2 «**Природные условия Самарской области и района исследований**» содержатся сведения по географическому положению, климату, рельефу, почвам, растительности области, природным условиям района исследований, метеоусловиям в годы исследований, динамике средней температуры воздуха и количества осадков по годам, месяцам и декадам в период развития пшеницы и сезонной

активности вредителей; отмечено, что в фазы формирования и созревания зерна в июне, 2011 г. был влажным и теплым, 2015 г. засушливым, жарким, 2016 г. – умеренно влажным и теплым, а 2017 г. – влажным и прохладным.

В главе 3 «Методы исследований и материал» обосновывается выбор для опытов сортов мягкой озимой и яровой пшеницы в Самарской области, вошедших в Государственный реестр селекционных достижений РФ, но не изученных в отношении влияния на них наиболее вредоносных полевых вредителей зерна и его качества. Среди сортов озимой пшеницы к объектам изучения относились Поволжская 86, разновидность лютеценс; Поволжская нива, разновидность велютинум; среди сортов яровой пшеницы разновидности эритроспермум Кинельская 59, Кинельская отрада и Кинельская юбилейная. внесенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ соответственно в 1999, 2017, 1995 и два последних сорта яровой пшеницы в 2016 гг. по Средневолжскому и Уральскому регионам. Новый перспективный сорт озимой пшеницы Константиновская разновидности эритроспермум пока находится на испытании. При анализе результатов оценки качества зерна яровой и озимой пшеницы руководствовались ГОСТ Р 52554-2006. Для проведения структурного анализа использовали сноповый материал яровой и озимой пшеницы урожая 2015–2017 гг. Отбор снопового материала проводили по диагонали поля в 10 местах в фазу полной спелости. Площадь учетной делянки 1 м<sup>2</sup>. Площадь поля каждого сорта около 7 га. В лабораторных условиях анализировали снопы и зерно на поврежденность продуктивных стеблей ячменной тлей, зерно на поврежденность клопами-черепашками анализировали по ГОСТ 30483-97, и пшеничным трипсом по методике В.И. Танского [1988]. Для ячменной тли проводили сравнительный анализ показателей продуктивности колосьев с поврежденных и неповрежденных стеблей: длину стебля и колоса, число и массу зерен в колосе, массу 1000 зерен. Стекловидность зерна определяли по ГОСТ 10897-76, влажность зерна и требования к нему по ГОСТ 13586-93, количество и качество клейковины по ГОСТ Р 54478-2011. Зерно по степени его повреждения основными вредителями формировали вручную для получения объективных сравнительных результатов. К неповрежденному зерну в весовом отношении добавляли поврежденное зерно для получения следующих вариантов опыта: неповрежденное зерно (контроль); поврежденное вредителем, с



поврежденностью 3,0, 6,0 и 10 %.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программ Microsoft Excel, применялись дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы полученных данных, устанавливались ошибки средних показателей на основании удвоенного стандартного отклонения, достоверность отличий между показателями у сортов озимой и яровой пшеницы с помощью наименьшей существенной разницы между ними ( $НСР_{0,05}$ ).

В главе 4 **«Сезонная динамика развития, численность и вредоносность полевых вредителей зерна в посевах пшеницы»** проанализированы сезонная динамика развития и состава популяций, многолетняя динамика численности и поврежденности зерна озимой и яровой пшеницы, косвенное и прямое влияние на показатели продуктивности, урожайность зерна вредной черепашки, пшеничного трипса и ячменной тли.

Среди клопов-черепашек в лесостепи Самарской области в посевах пшеницы встречаются 4 вида, развивающихся в одном поколении в году с зимовкой имаго во вторичных укрытиях. В 2011–2017 гг. среди них по численности абсолютно доминировала вредная черепашка (*Eurygaster integriceps*), на долю которой приходилось 88–96 % особей учтенных черепашек. Имаго повреждают листья, стебли и генеративные органы пшеницы в поздневесенний и летний периоды с фазы кушения до полной спелости. Личинки имеют 5 возрастов, личинки первого возраста не питаются, а прочих возрастов повреждают завязь, формирующееся и зрелое зерно. Динамика возрастного состава популяций вредной черепашки тесно связана с фазами сезонного развития озимой и яровой пшеницы (рис. 1). Личинки второго возраста учитывались в конце июня – первой декаде июля, третьего и четвертого возрастов – до середины июля с наибольшей численностью в фазе молочной спелости. Личинки 5-го возраста заканчивают развитие в последнюю декаду июля в фазу восковой спелости. Имаго нового поколения в массе появляются в конце июля и в первую декаду августа в фазу восковой и полной спелости зерна.

За последние 50 лет, в лесостепи Самарской области наибольшая численность вредной черепашки наблюдалась нами во влажном и теплом 2011 г. с большим количеством осадков в июне и жаркими погодными условиями в июле, достигшая максимума во второй половине июля, начале августа (табл. 1). Вредная черепашка

оказывает косвенное и прямое влияние на урожайность зерна пшеницы.

В фазу молочной, молочно-восковой, восковой и полной спелости имаго и личинки черепашки извлекают питательные вещества из формирующихся и сформированных зерен, что способствует прямым потерям урожайности озимой пшеницы 4–5 %, яровой пшеницы 2–3 %, при общих потерях зерна 26–29 % от повреждений этим клопом листьев, стеблей и зерен.

Таблица 1. Численность вредной черепашки (экз./м<sup>2</sup>) и поврежденность (%) ею зерна в посевах мягкой пшеницы и месячная сумма осадков (мм) в мае–июле в 2011–2016 гг.

Сорт, сумма осадков	2011 г.		2013 г.		2016 г.	
	1	2	1	2	1	2
<b>Озимая пшеница</b>						
Поволжская 86	16,0±3,2	8,3±1,6	3,8 ± 0,7	2,1 ± 0,4	2,7 ± 0,7	2,1 ± 0,4
Константиновская	38,5±6,4	15,6±3,2	7,6 ± 1,5	4,3 ± 0,8	5,2 ± 1,5	4,3 ± 0,8
Кинельская 4	13,7±1,8	5,4±0,7	2,5 ± 0,4	1,4 ± 0,2	2,1 ± 0,4	1,4 ± 0,2
<b>Яровая пшеница</b>						
Кинельская 59	18,5±3,5	9,2±1,8	4,1± 0,8	2,5± 0,5	3,2± 0,8	2,2± 0,5
Кинельская отрада	20,3±3,8	10,5±2,1	5,6± 1,1	3,1± 0,6	4,8± 1,1	2,8± 0,6
НСР <sub>0,05</sub>	1,5	1,2	1,4	0,5	1,2	0,4
<b>Месячная сумма осадков, мм</b>						
Май	36,2		16,2		28,3	
Июнь	120,8		29,6		12,8	
Июль	32,2		43,5		55,2	

1 – Численность черепашки, экз./м<sup>2</sup>; 2 – Поврежденность зерна, %.

Ячменная тля (*Diuraphis noxia*) – полноциклый, немигрирующий вид, с зимовкой яиц на стеблях и листья озимой пшеницы и многолетних злаков. Отрождение личинок из яиц происходит во второй половине апреля, начале мая в фазах кушения и начала трубкования озимой пшеницы. Весной развитие ячменной тли начинается на озимой пшеницы, а с конца мая – также в посевах яровой пшеницы и ячменя вначале на листьях.

С фазы колошения ячменная тля ведет скрытный образ жизни в колосьях, где повреждает колосковые и цветковые чешуи, стержни колосков, завязи, а у голозерных злаков, к которым относится пшеница, также извлекают питательные вещества из зерен в фазах молочной и молочно-восковой спелости.

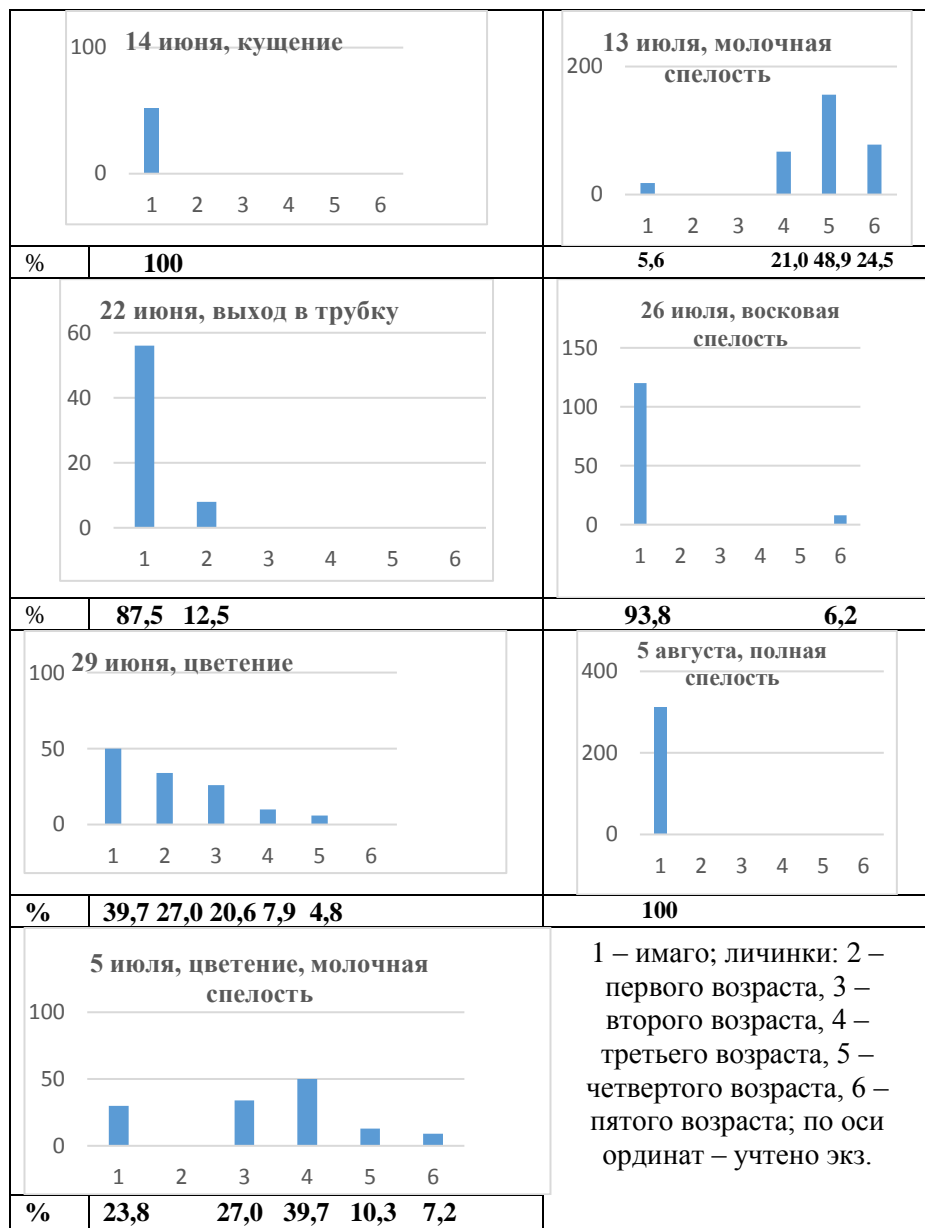


Рис. 1. Динамика возрастного состава популяций *Eurygaster integriceps* в посевах яровой пшеницы Кинельская 59 в 2011–2013 гг.

Количество продуктивных побегов, поврежденных ячменной тлей, составляло 3,9–6,0 экз./м<sup>2</sup> (3,7–4,5 %) у озимой пшеницы и 1,3–7,2 экз./м<sup>2</sup> (0,7–2,6 %) у яровой пшеницы. Количество зерен в поврежденных тлей колосьях снижалось на 72–84 % у озимой пшеницы и на 47–63 % у яровой пшеницы; масса зерна в колосе, соответственно на 84–89 и 56–75 %. Потери урожайности зерна из-за повреждений ячменной тлей составляли у озимой пшеницы 3–4 % и до 1,5 % у яровой пшеницы.

Пшеничный трипс (*Haplothrips tritici*) развивается в одном поколении в году с зимовкой личинок второго возраста в почве. Взрослые трипсы на пшенице отмечены с середины мая в начале колошения озимых. Имаго этого трипса повреждают преимущественно листья, а личинки – формирующееся зерно пшеницы в фазах молочной и молочно-восковой спелости.

По нашим наблюдениям, в 2012–2015 гг., поврежденность зерна озимой пшеницы личинками пшеничного трипса составляла 56–72, яровой пшеницы 58–74 % (табл. 2).

Таблица 2. Масса зерна мягкой озимой и яровой пшеницы (%), поврежденного вредителями в 2012–2015 гг.

Сорт, разновидность, год		Масса поврежденных зерен, %				Черепаш- кой	Масса неповрежденны х зерен, %
		Пшеничным трипсом			итого		
		слабо	средне	сильно			
Озимая пшеница							
Поволжская 86, лютесценс	2012	12,5	34,4	19,0	65,9	2,8	31,3
	2013	30,7	27,6	13,0	71,3	2,5	26,2
	2014	37,6	21,8	10,8	70,2	2,7	27,1
	2015	33,0	24,6	14,3	71,9	2,0	26,1
	Среднее	28,4	27,1	14,3	69,8	2,5	27,7
	НСР <sub>0,05</sub>	5,9	3,8	2,7	1,8	0,8	1,8
Поволжская нива, вельютинум	2012	20,4	21,0	14,5	55,9	2,1	42,0
	2015	37,2	22,9	10,9	61,0	4,7	34,3
	Среднее	28,6	22,0	12,8	58,4	3,4	38,2
Константиновская, 2015		3,0	28,0	25,4	56,5	6,1	37,4
Яровая пшеница, эритроспермум							
Кинельская 59	2013	46,8	21,0	3,3	70,1	3,2	26,7
	2014	49,0	20,5	2,1	71,6	2,8	25,6
	2015	41,2	25,4	4,2	70,8	2,4	27,8
	Среднее	45,7	22,3	3,2	70,8	2,8	26,7
Кинельская юбилейная, 2013		41,0	14,1	3,1	58,2	4,8	37,0
Кинельская отрада, 2013		35,7	15,7	3,6	65,0	5,1	29,9

В лесостепи Самарской области потери урожайности зерна озимой и яровой пшеницы от имаго пшеничного трипса за счет повреждения вегетативных органов составляют около 3,0 %, прямого повреждения зерен личинками – 1,2 %, в целом 4,2 %.

В главе 5 **«Влияние вредителей на содержание и качество клейковины»** рассматривается качество зерна озимой и яровой пшеницы в зависимости от содержания в нем 3, 6 и 10 % зерен, поврежденных черепашкой, пшеничным трипсом и ячменной тлей, по сравнению с неповрежденным зерном в весовом соотношении. Для анализа использовали зерно озимой пшеницы Поволжская 86, Поволжская Нива и Константиновская и яровой пшеницы Кинельская 59, Кинельская юбилейная и Кинельская отрада урожая 2015–2017 гг. (табл. 3–5).

При добавлении к неповрежденному зерну II класса качества у всех исследованных сортов озимой и яровой пшеницы 3 % зерен, поврежденных вредной черепашкой, содержание в нем клейковины снижалось на 3–11 %, а показатель ее качества ИДК ухудшался на 25 единиц с переходом поврежденного зерна в III-ю группу качества. При содержании в образцах зерна 6 и 10 % зерен, поврежденных черепашкой, клейковина неотмывающаяся, и такое зерно не годится для хлебопечения. Наибольшее содержание клейковины в неповрежденном зерне и при добавлении к нему 3 % зерна, поврежденного черепашкой, наблюдалась у озимой пшеницы Поволжская нива и яровой пшеницы Кинельская юбилейная, а наименьшее – у сортов Константиновская и Кинельская отрада (табл. 3).

При добавлении к неповрежденному зерну II класса качества у озимой пшеницы Константиновская и яровой пшеницы Кинельская отрада 3 % зерен, поврежденных пшеничным трипсом, содержание в нем клейковины снижалось соответственно на 3–10 и 5–8 % с сохранением II класса качества. При добавлении к неповрежденному зерну сортов Константиновская и Кинельская отрада 10 % поврежденных трипсом зерен содержание в нем клейковины снижалось на 14–16 % с переходом поврежденного зерна в III-ю группу качества (табл. 4).

Сходные с пшеничным трипсом были получены результаты влияния ячменной тли на качество зерна озимой и яровой пшеницы (табл. 5).

Таблица 3. Показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в зависимости от содержания зерна (%), поврежденного клопом-черепашкой (*Eurygaster integriceps* Put.) (среднее, 2015–2017 гг.)

Сорт	Варианты опыта		Технологические показатели			
			Клейковина, %	Откло- не- ние, %	ИДК	Класс качеств а
Озимая пшеница						
Поволжская 86	Контроль (неповрежденное зерно)		35,6		85	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	32,8	−6,8	107	III
		6,0	Неотмываемая		-	
		10,0	Неотмываемая		-	
Поволж- ская нива	Контроль (неповрежденное зерно)		36,4		85	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,4	−5,5	107	III
		6,0	Неотмываемая		-	
		10,0	Неотмываемая		-	
Константи- новская	Контроль (неповрежденное зерно)		34,8		91	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	31,6	−9,2	116	III
		6,0	Неотмываемая		-	
		10,0	Неотмываемая		-	
Яровая пшеница						
Кинельская 59	Контроль (неповрежденное зерно)		35,6		86	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,0	−4,5	108	III
		6,0	Неотмываемая		-	
		10,0	Неотмываемая		-	
Кинельская юбилейная	Контроль (неповрежденное зерно)		36,0		81	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,8	−3,3	108	III
		6,0	Неотмываемая			
		10,0	Неотмываемая			
Кинельская отвала	Контроль (неповрежденное зерно)		33,6		95	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	29,6	−11,9	117	III
		6,0	Неотмываемая		-	
		10,0	Неотмываемая		-	

Таблица 4. Показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в зависимости от содержания зерна (%), поврежденного пшеничным трипсом (*Haplothrips tritici* Kurd.) (среднее, 2015–2017 гг.)

Сорт	Варианты опыта		Технологические показатели			
			Клейко- вина, %	Отклоне- ние, %	ИДК	Класс качеств а
Озимая пшеница						
Поволжская 86	Контроль (неповрежденное зерно)		35,2		86	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,0	−3,4	89	II
		6,0	33,2	−5,7	92	II
		10,0	32,0	−9,0	99	II
	НСР <sub>0,05</sub>		1,8		5,3	
Поволжская нива	Контроль (неповрежденное зерно)		35,6		83	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,8	−2,5	90	II
		6,0	34,0	−4,5	92	II
		10,0	32,8	−7,9	96	II
	НСР <sub>0,05</sub>		1,2		4,2	
Константи- новская	Контроль (неповрежденное зерно)		34,8		88	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	33,2	−4,6	95	II
		6,0	32,0	−8,0	103	III
		10,0	30,0	−13,8	107	III
	НСР <sub>0,05</sub>		2,1		5,4	
Яровая пшеница						
Кинельская 59	Контроль (неповрежденное зерно)		35,6		88	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,4	−3,4	91	II
		6,0	33,6	−5,6	95	II
		10,0	32,0	−10,1	98	II
	НСР <sub>0,05</sub>		2,1		3,6	
Кинельская юбилейная	Контроль (неповрежденное зерно)		36,0		85	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	35,2	−2,2	88	II
		6,0	33,6	−6,7	92	II
		10,0	32,8	−8,9	94	II
	НСР <sub>0,05</sub>		2,3		2,8	
Кинельская отрада	Контроль (неповрежденное зерно)		34,8		96	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	33,2	−4,6	99	II
		6,0	32,0	−8,0	102	II
		10,0	29,2	−16,1	103	III
	НСР <sub>0,05</sub>		1,8		2,5	

Таблица 5. Показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в зависимости от содержания зерна (%), поврежденного ячменной тлей (*Diuraphis noxia* Mordv.) (среднее, 2015–2017 гг.)

Сорт	Варианты опыта		Технологические показатели			
			Клейковина, %	Отклонение, %	ИДК	Класс качества
Озимая пшеница						
Поволжская 86	Контроль (неповрежденное зерно)		35,6		82	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,4	−3,4	87	II
		6,0	33,2	−6,7	92	II
		10,0	31,6	−11,2	97	II
	НСР <sub>0,05</sub>		2,3		3,4	
Поволжская нива	Контроль (неповрежденное зерно)		35,6		78	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,8	−2,2	84	II
		6,0	33,2	−6,7	89	II
		10,0	31,6	−11,2	96	II
	НСР <sub>0,05</sub>		2,3		2,5	
Константиновская	Контроль (неповрежденное зерно)		33,6		84	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	32,8	−2,4	95	II
		6,0	29,6	−11,9	106	III
		10,0	28,4	−15,4	112	III
	НСР <sub>0,05</sub>		3,2		4,3	
Яровая пшеница						
Кинельская 59	Контроль (неповрежденное зерно)		35,2		81	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	33,6	−4,5	90	II
		6,0	32,4	−8,0	94	II
		10,0	31,2	−11,4	97	II
	НСР <sub>0,05</sub>		2,1		3,9	
Кинельская юбилейная	Контроль (неповрежденное зерно)		35,6		80	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	34,4	−3,4	83	II
		6,0	33,6	−5,6	87	II
		10,0	32,0	−10,1	91	II
	НСР <sub>0,05</sub>		1,5		2,6	
Кинельская отрада	Контроль (неповрежденное (зерно)		34,8		83	II
	Поврежденное зерно (%):	3,0	33,2	−4,6	92	II
		6,0	30,0	−13,8	110	III
		10,0	29,6	−14,9	116	III
	НСР <sub>0,05</sub>		2,7		4,5	



Прямое всасывание питательных веществ вредителями зависит от содержания воды в пище. Всасывание питательных веществ из зерна клопами-черепашками и другими фитофагами с колюще-сосущим ротовым аппаратом невозможно при содержании воды в зерне менее 40 %. Это способствовало развитию у них внекишечного пищеварения, наиболее характерного для клопов-черепашек, когда в место укола происходит впрыскивание пищеварительных амилалитических и протеолитических ферментов со слюной для расщепления крахмала и белков, предварительного разжижения и последующего всасывания пищевого субстрата.

При питании клопов-черепашек зерном пшеницы в полевых условиях в фазу полной спелости впрыскиваемые ими со слюной протеазы используются неполностью и сохраняют активность после уборки урожая, а также в муке. После добавления в нее воды и замешивания они расходятся в тесте, продолжают разрушение клейковинных белков, резко снижая содержание клейковины и качество хлеба. При содержании в зерне озимой и яровой пшеницы до 3 % зерен, поврежденных клопом-черепашкой, качество зерна переходит из II в III класс, а более 3 % – клейковина неотмываемая, и зерно полностью теряет хлебопекарные качества.

Внекишечное пищеварение с помощью амилалитических и протеолитических ферментов, вероятно, также у личинок пшеничного трипса, скапливающихся для питания в бороздках зерна пшеницы, в фазу молочно-восковой и в начале восковой спелости.

Общие потери урожайности зерна озимой и яровой пшеницы составляют 26–29 % от повреждений клопом-черепашкой листьев, стеблей и зерен. Повреждения вегетативных органов пшеницы имаго пшеничного трипса снижают урожайность зерна в среднем на 3,0 %, а повреждения зерна личинками – на 1,2 %.

Личинки и живородящие самки ячменной тли повреждают вегетативные и генеративные органы пшеницы, питаются во влагищах листьев, что приводит к снижению фотосинтеза, хлорозу, к скручиванию листьев, затрудняет рост поврежденных стеблей, выход колосьев в трубку; в колосьях они высасывают питательные вещества из зерен в фазы молочной и молочно-восковой спелости. Потери урожайности зерна из-за повреждений ячменной тлей составляли у озимой пшеницы 3–4 % и до 1,5 % у яровой пшеницы. Потери урожайности зерна из-за повреждений ячменной тлей составляли у озимой пшеницы 3–4 % и до 1,5 % у яровой пшеницы.

У всех исследованных нами сортов мягкой озимой и яровой пшеницы зерно, не поврежденное в полевых условиях вредителями, соответствует II-му классу качества сильных; зерно, включающее до 3 % зерен, поврежденных клопами-черепашками, отвечает требованиям III класса качества ценных сортов. При содержании более 3 % зерен, поврежденных вредной черепашкой, зерно не годится для хлебопечения. 3, 6 и 10 % зерен, поврежденных личинками пшеничного трипса, или ячменной тлей, у озимой пшеницы сортов Поволжская 86, Поволжская нива и яровой пшеницы Кинельская 59 и Кинельская юбилейная качество зерна соответствует II классу. Однако, при содержании в зерне озимой пшеницы сорта Константиновская разновидности эритроспермум более 3 % зерен (в наших опытах 6 и 10 %), поврежденных пшеничным трипсом или ячменной тлей; яровой пшеницы Кинельская отрада более 6 % (в наших опытах 10 %) зерен, поврежденных пшеничным трипсом, или более 3 % зерен, поврежденных ячменной тлей, качество зерна соответствует III классу.

В главе 6 **«Сравнительная характеристика влияния полевых вредителей зерна мягкой озимой и яровой пшеницы на его урожайность и хлебопекарные качества»** обобщаются полученные данные по потерям урожайности зерна от вредителей и их влиянию на хлебопекарные качества зерна при их питании. Среди них наибольшей вредоносностью, включающей потери урожайности зерна и ухудшающей его хлебопекарные качества, отличается вредная черепашка (*Eurygaster integriceps*) в связи с ее крупными размерами, трофическими связями с листьями, стеблями, зерном в фазах молочной, молочно-восковой, восковой и полной зрелости вследствие хорошо развитых приспособлений к внутри- и внекишечному пищеварению. К внешним показателям качества зерна отнесена также его стекловидность отражающая более высокое содержание в нем белка, по сравнению с мучнистым зерном. Впервые установлено, что при поврежденности зерна озимой пшеницы ячменной тлей его стекловидность в среднем уменьшалась у сорта Поволжская нива (вельютинум) на 9, Поволжская 86 (лютесценс) – на 12, а у Константиновской (эритроспермум) – на 18 %, а у сортов яровой пшеницы разновидности эритроспермум – на 16–18 %, по сравнению с неповрежденным зерном.

В главе 7 **«Экономическое обоснование оценки влияния полевых вредителей на урожайность и качество зерна пшеницы»**

по урожайности зерна мягкой яровой и озимой пшеницы в годы исследований, его поврежденности клопом-черепашкой, пшеничным трипсом и ячменной тлей, их потенциальному влиянию на урожайность и качество зерна в зависимости от его современной стоимости в Самарской области. В годы исследований потери урожайности зерна озимой пшеницы составляли от клопа-черепашки 4,3–4,8, пшеничного трипса 3,9–4,1, ячменной тли 4,3–4,5 %, а яровой пшеницы, соответственно 2,3–4,0, 2,8–3,1 и 3,2–3,5 %. (табл. 6).

Стоимость зерна в наибольшей степени зависит его качества. Зерно пшеницы с поврежденностью более 3 % не имеет хлебопекарного значения и относится к фуражному. У зерна пшеницы, содержащего 6–10 % зерен, поврежденных пшеничным трипсом и ячменной тлей, снижается лишь класс качества со II на III, оно не теряет хлебопекарного качества, и его стоимость снижается незначительно. Таблица 6. Потери урожайности зерна мягкой пшеницы в Самарской области от полевых вредителей вегетативных и генеративных органов в 2014–2017 гг. (средние данные, %)

Сорт	Полевые вредители		
	Клопы-черепашки	Пшеничный трипс	Ячменная тля
<b>Озимая пшеница</b>			
Поволжская 86	4,8	3,9	4,5
Поволжская Нива	4,3	4,1	4,3
Константиновская	4,8	4,0	4,3
<b>Яровая пшеница</b>			
Кинельская 59	2,3	3,1	3,5
Кинельская юбилейная	3,9	3,0	3,4
Кинельская отрада	4,0	2,8	3,2

Уровень рентабельности возделывания озимой пшеницы снижается от вредоносности клопа-черепашки на 3–5 %, пшеничного трипса на 1–3 %, ячменной тли на 2–4 %, а яровой пшеницы, соответственно на 5–7, 2–5 и 3–5 %.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди полевых вредителей зерна мягкой озимой и яровой пшеницы преобладают и наиболее вредоносны клопы-черепашки, пшеничный трипс и ячменная тля, снижая его урожайность за счет повреждений

вегетативных и генеративных органов. Динамика их численности и возрастного состава популяций связана с погодными условиями и фазами сезонного развития.

Имаго вредной черепашки (*Eurygaster integriceps*), повреждая флаговый лист продуктивных побегов в фазу кушения, косвенно снижают урожайность зерна озимой пшеницы на 20–22, яровой на 25 %; в фазы выхода в трубку и колошения повреждают стебли побегов, при потерях урожайности зерна, соответственно 2,0 и 1,1 %. В фазу молочной, молочно-восковой, восковой и полной спелости имаго и личинки извлекают питательные вещества из формирующихся и сформированных зерен, что способствует прямым потерям урожайности озимой пшеницы 4–5 %, яровой пшеницы 2–3 %, при общих потерях зерна 26–29 % от повреждений этим клопом листьев, стеблей и зерен. Потери урожайности зерна у озимой и яровой пшеницы от имаго пшеничного трипса (*Haplothrips tritici*) за счет повреждения вегетативных органов составляют около 3,0 %, прямого повреждения зерен личинками – 1,2 %, в целом 4,2 %. Потери урожайности зерна из-за повреждений ячменной тлей (*Diuraphis noxia*) составляли у озимой пшеницы 3–4 % и до 1,5 % у яровой пшеницы.

Влияние полевых вредителей пшеницы на хлебопекарные качества зерна и муки пшеницы обусловлено прежде всего их повреждением зерна с помощью колюще-сосущего ротового аппарата и всасыванием питательных веществ в жидком виде, ролью внекишечного пищеварения в разжижении пищи в фазу восковой и полной спелости с помощью амилолитических и протеолитических ферментов, впрыскиваемых со слюной в место укола с последующим всасыванием, что наиболее свойственно для клопов-черепашек в связи с их приспособлением к питанию зерном в фазы восковой и полной спелости. При этом часть ферментов, особенно протеолитических, вероятно, в связи с недостаточным количеством впрыскиваемой слюны остаются не использованными и расходятся в муке при добавлении в нее воды для получения теста. Это приводит к разрушению нерастворимых в воде клейковинных белков (проламинов и глютелинов), составляющих основу клейковины, что ухудшает качество хлеба. Внекишечное пищеварение с помощью амилолитических и протеолитических ферментов, вероятно, также у личинок пшеничного трипса, скапливающихся для питания в бороздках зерна пшеницы, и ячменной тли в фазу молочно-восковой и

в начале восковой спелости. Но его эффективность в разрушении клейковины и ухудшении качества хлеба незначительна, в связи с небольшими размерами личинок и практической невозможностью их питания зерном в фазу восковой и полной спелости.

У всех исследованных сортов мягкой озимой и яровой пшеницы зерно, не поврежденное в полевых условиях вредителями, соответствует II-му классу качества сильной. Зерно, включающее до 3 % зерен, поврежденных клопами-черепашками отвечает требованиям III класса качества ценных сортов. При повреждении зерна клопами-черепашками более 3 % (в наших опытах 6 и 10 %) клейковина неотмываемая, и такое зерно не рекомендуется для хлебопечения. При содержании в зерне 3, 6 и 10 % зерен, поврежденных личинками пшеничного трипса, или ячменной тлей у озимой пшеницы сортов Поволжская 86, Поволжская нива и яровой пшеницы Кинельская 59 и Кинельская юбилейная качество зерна ухудшается незначительно и соответствует II классу. Однако, при содержании в зерне озимой пшеницы сорта Константиновская более 3 % (в наших опытах 6 и 10 %) поврежденных пшеничным трипсом или ячменной тлей; яровой пшеницы сорта Кинельская отрада более 6 % (в наших опытах 10 %) зерен, поврежденных пшеничным трипсом, или более 3 % зерен, поврежденных ячменной тлей, качество зерна снижается до III класса.

В продовольственном зерне мягкой озимой и яровой пшеницы его поврежденность черепашкой не должна превышать 2–3 %, что не нашло отражения в современных ГОСТах. Экономические пороги вредоносности пшеничного трипса и ячменной тли для продовольственного зерна в ГОСТах также отсутствуют. Вероятно, это связано с тем, что после уборки урожая продовольственное зерно пшеницы подвергается подработке и щуплые зерна, поврежденные ячменной тлей, а также сильно поврежденные личинками пшеничного трипса, ввиду их мелких размеров, в партии такого зерна не попадают.

Расчет экономической эффективности возделывания сортов яровой и озимой пшеницы в зависимости от поврежденности вредителями, показал, что более урожайные сорта Кинельская отрада и Поволжская нива, имели более высокий уровень рентабельности – 65 и 80%. Уровень рентабельности возделывания озимой пшеницы снижается от вредоносности клопа-черепашки на 3–5 %, пшеничного трипса на 1–3 %, ячменной тли на 2–4 %, а яровой пшеницы, соответственно на 5–7, 2–5 и 3–5 %.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. По итогам проведенной работы к широкому применению в хлебопекарном производстве могут быть рекомендованы сорта озимой пшеницы Поволжская 86 и Поволжская Нива, а из сортов яровой пшеницы – Кинельская 59 и Кинельская юбилейная.

2. Посев озимой пшеницы рекомендуется в оптимальные осенние сроки (конец августа, начало сентября), что способствует ее уходу в зимовку в хорошо развитой фазе кушения, и в весенне-раннелетний период выход из зимовки имаго клопов-черепашек не совпадает с оптимальной фазой развития озимой пшеницы для повреждения ими флаговых листьев главных побегов.

1. Экономические пороги вредоносности (ЭПВ) ячменной тли в полевых условиях в России не установлены. По нашим исследованиям, для этого вредителя в полевых условиях, численность и вредоносность которого в последние годы нарастают, рекомендуются ЭПВ: 3 % продуктивных стеблей мягкой озимой и 2 % продуктивных стеблей мягкой яровой пшеницы с колониями *Diuraphis noxia* в фазу колошения.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Работы, опубликованные в изданиях, включенных в базы Web of Science и Scopus

1. Kaplin V. Influence of Russian wheat aphid *Diuraphis noxia* (Mordvilko) on grain yield components in barley and bread wheat in forest-steppe of the Average Volga Region / V. Kaplin, Ju. Morozova, E. Vikhrova // Bulletin of Insectology. 2015. Vol. 68, № 1. P. 147–152.

### Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ по специальности «Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (Сельскохозяйственные науки)»

2. Вихрова Е.А. Влияние вредной черепашки (*Eurygaster integriceps*) на качества зерна мягкой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. С. 89-93.

3. Вихрова Е.А. Влияние пшеничного трипса (*Haplothrips tritici*) на качества зерна мягкой пшеницы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. С. 94-98.

### Работы, опубликованные в научных журналах РФ

4. Вихрова Е.А. Влияние пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd.) и вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) на технологические показатели зерна озимой пшеницы в лесостепи Самарской области / Вихрова

Е.А., Федотова Л.П. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. Т. 1. № 2. С. 31-35.

5. **Вихрова Е.А.** Влияние вредителей на качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Самарской области / Вихрова Е.А., Мохова В.И. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2–3(82). С. 589–593.

**Работы, опубликованные в сборниках научных конференций**

6. Каплин В.Г. Влияние вредной черепашки и пшеничного трипса на хлебопекарные качества зерна мягкой озимой пшеницы в лесостепи Самарской области / Каплин В.Г., **Вихрова Е.А.** // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Аграрная наука - сельскому хозяйству». г. Барнаул 2017. С. 75–77.

7. **Вихрова Е.А.** Влияние ячменной тли на поврежденность зерна клопом-черепашкой и хлебопекарные качества мягкой яровой пшеницы // Сборник докладов международной научно-практической конференции «Вклад молодых ученых в аграрную науку». ФГБОУ ВО Самарская ГСХА. Кинель: РИЦ СГСХА, 2018. С. 134–137.

8. **Вихрова Е.А.** Влияние пшеничного трипса на технологические показатели зерна яровой пшеницы в лесостепи Самарской области // Синтез науки и образования как инструмент решения глобальных проблем современности. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Иркутск, 2024. С. 43–46.

9. **Вихрова Е.А.** Влияние ячменной тли (*Diuraphis noxia* Mordv.) на качества зерна мягкой озимой и яровой пшеницы // Планирование, проведение и толкование итогов научных исследований. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Киров, 2024. С. 66–70.

10. **Вихрова Е.А.** Показатели структуры продуктивности мягкой яровой пшеницы в зависимости от повреждения ячменной тлей (*Diuraphis noxia* Mordv.) // Материалы и методы инновационных научно-практических исследований и разработок. Международная научно-практическая конференция, сборник докладов. Киров, 2024. С. 41–44.