

На правах рукописи

КАПУСТКИНА
Александра Валерьевна

**ПРОЯВЛЕНИЕ ВРЕДНОСТИ ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКИ
ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ СЕМЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ**

Шифр и наименование специальности

06.01.07 – Защита растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург – Пушкин
2011

Работа выполнена в "
Работа выполнена в Государственном научном учреждении Всероссийском
научно-исследовательском институте защиты растений Российской академии
сельскохозяйственных наук (ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии)

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ **Вилкова Нина Александровна**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Исси Ирма Викторовна

кандидат биологических наук, доцент
Семенова Алла Георгиевна

Ведущая организация: Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им.
Н.И.Вавилова Россельхозакадемии

Защита диссертации состоится «30» июня 2011 г. в 10 часов на
заседании диссертационного совета Д 006.015.01 во Всероссийском научно-
исследовательском институте защиты растений по адресу: 196608, Санкт-
Петербург-Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3, тел. (812) 470-43-84, факс
(812) 470-51-10,

e-mail: vizrspb@mail333.com

сайт: <http://vizrspb.narod.ru>

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского
научно-исследовательского института защиты растений.

Автореферат разослан «_» __ 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.б.н.

Г.А. Наседкина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. К числу вредных членистоногих, характеризующихся высокой численностью, вредоносностью и расширением ареалов, относится вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Вредитель имеет особое экономическое значение в снижении товарных и технологических свойств зерна. Численность и вредоносность клопов, несмотря на возрастающие масштабы применения защитных мероприятий, не снижаются (Захаренко, 2006; Павлюшин и др., 2010). Известно, что при наличии 2-5% поврежденных зерновок происходит резкое снижение технологических и хлебопекарных свойств зерна, что не обеспечивает выход стандартной продукции (Шапиро, 1985; Вилкова, Экман, 1970; Арешников, Старостин, 1982; Емельянов, Критская, 2010 и др.). Имеются отрывочные сведения о влиянии повреждении клопами на некоторые показатели посевных качеств семян (Костылев, 1940; Передельский, 1947; Кириченко, 1951; Пруцков, 1976; Емельянов, Критская, 2010).

Высокие показатели потерь урожая от вредной черепашки на всей территории, занятой пшеницей, напрямую связаны с хозяйственной деятельностью человека и нарушением технологии выращивания культуры и защиты растений, включая недостаточность возделывания устойчивых сортов, формирование в ряде зон популяций вредителя более, чем с 50-кратным показателем резистентности к применяемым инсектицидам и другие факторы (Шапиро, 1979; Долженко, Сухорученко, 2001; Вилкова, Нефедова, 2007; Павлюшин и др., 2008).

В целях совершенствования систем интегрированной защиты растений, селекционных программ и семеноводства становится актуальным изучение структуры вреда, наносимого клопом при питании на репродуктивных органах зерновых злаков. При этом особое значение имеет контроль качества зерна при его использовании на семенные цели, что требует анализа факторов, вызывающих снижение посевных качеств зерна, поврежденного вредной черепашкой, интенсивности метаболических, ростовых и органообразовательных процессов в онтогенезе пшеницы.

Цель и задачи исследований. Целью исследований являлось изучение характера воздействия повреждений, наносимых вредной черепашкой (*Eurygaster integriceps* Put.), на посевные качества зерна озимой и яровой пшеницы и сравнительный анализ поврежденности современных сортов, возделываемых в Нижневолжском и Северо-Кавказском регионах РФ. В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи:

1) Определить органогенетическую и топическую специфичность вредной черепашки при питании на репродуктивных органах различных генотипов пшеницы;

2) Оценить посевные качества семян различных сортов пшеницы с разными типами повреждений вредной черепашкой;

3) Изучить динамику прорастания, интенсивность ростовых и морфофизиологических процессов, а также жизнеспособность семян пшеницы с разными типами повреждений вредной черепашкой;

4) Исследовать характер гидролиза крахмального комплекса эндосперма и особенности потребления его транспортных форм в ходе прорастания зерновок пшеницы, поврежденных клопами;

5) Определить характер и степень поврежденности вредной черепашкой коллекционно-селекционного материала и современных сортов пшеницы, возделываемых в Нижневолжском и Северо-Кавказском регионах РФ.

Научная новизна: Впервые на широком наборе сортов и образцов из мировой коллекции озимой и яровой пшеницы (126 генотипов) установлено, что определяющим органогенетическую и топическую специфичность, а также вредоносность вредной черепашки при питании на репродуктивных органах кормовых растений являются морфогенетические особенности строения колоса и его метамерных частей. Показано, что при питании на колосе вредная черепашка повреждает в основном зерновки расположенные в наиболее продуктивных ярусах - среднем и нижнем. Выделены сортовые признаки колоса, ограничивающие вредоносность клопов: цилиндрическая форма, остистость, опушенность по войлочному типу, овально-яйцевидная форма колосковых чешуй.

Впервые, на основе комплексного анализа посевных качеств зерна различных сортов яровой и озимой пшеницы выявлено снижение энергии прорастания, лабораторной всхожести, полевой всхожести, силы роста и жизнеспособности при повреждении вредной черепашкой. При этом установлено, что степень ухудшения качества семенного зерна определяется генотипом пшеницы, интенсивностью и типом повреждения зерновок.

Впервые на основе изучения динамики ростовых и морфофизиологических процессов при прорастании зерна в разной степени поврежденного вредной черепашкой выделены основные типы патологии осевых органов проростков (зародышевой корневой системы и зародышевого побега). В полевых условиях установлена низкая жизнеспособность растений, выросших из поврежденного вредной черепашкой зерна. Показано влияние повреждений наносимых вредной черепашкой на ход гидролиза крахмала при прорастании зерновок и выявлены различия метаболизма углеводов у разных генотипов пшеницы в период их гетеротрофного питания.

Практическая значимость работы. Определена поврежденность вредной черепашкой зерна современных сортов пшеницы, выращиваемых в Нижневолжском и Северо-Кавказском регионах РФ, образцов из мировой коллекции ВИР и ряда селекционных форм. Проведено ранжирование озимой и яровой пшеницы по характеру и степени поврежденности зерновок клопами. Среди современных сортов, входящих в Госреестр селекционных достижений РФ, выделены сорта пшеницы, повреждаемые в слабой и средней степени, которые могут быть рекомендованы для преимущественного возделывания в этих регионах. Выявлены

слабоповреждаемые вредной черепашкой образцы из мировой коллекции и селекционные формы для использования в селекционных программах. Определены систематические признаки строения колоса пшеницы, которые можно использовать в качестве маркеров при конструировании устойчивых сортов к вредной черепашке.

Апробация работы. Материалы исследований по диссертационной работе докладывались: на Всероссийской научной конференции «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам» (2008); научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов СПбГАУ, посвященной "100-летию со дня рождения профессора Н.Г. Берима" (2008); конференции учебно-преподавательского состава СПбГАУ, посвященной "90-летию со дня рождения профессора, члена-корреспондента РАСХН (ВАСХНИЛ) Н.В. Бондаренко" (2009); конференции молодых ученых и аспирантов "Генетические ресурсы растений и селекция" ВИР (2010); на конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ (2011).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, из них две в издании, рекомендованном Перечнем ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 238 страницах машинописного текста и состоит из введения, шести глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, приложений, содержит 27 таблиц и 48 рисунков. Список использованных литературных источников включает 350 наименований, в том числе 26 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Глава 1. Обзор литературы

Проанализированы основные источники литературы о характере вредоносности вредной черепашки, влиянии повреждений клопами на технологические и посевные качества зерна. Рассмотрено систематическое положение и современный ареал клопов, онтогенетическая и топическая пищевая специализация вредителя. Описаны механизмы иммунитета зерновых злаков к вредителю. Приведены данные по систематическому положению, органогенезу и морфофизиологии пшеницы.

Глава 2. Материалы и методы исследований

Исследования по теме диссертации проводились в течение 2006-2011гг. в лаборатории энтомологии и иммунитета растений к вредителям Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ГНУ ВИЗР РАСХН) в соответствии с программой фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по защите растений и в рамках научно-производственной программы по координации работ по борьбе с вредной черепашкой. Объектом исследований служили 126 образцов пшеницы, возделываемых в Нижневолжском и Северо-Кавказском регионах

РФ, в том числе 74 современных сорта озимой и яровой пшеницы селекции КНИИСХ, ВНИИСЗК, Северо-Донецкой, Северо-Кубанской опытных станций и других селекционных учреждений и 52 образца озимой мягкой пшеницы из мировой коллекции ВИР репродукции Ставропольского НИИСХ, включая исходный селекционный материал. Материал для исследований был получен из селекционных и производственных учреждений названных выше регионов, сотрудникам которых мы выражаем глубокую благодарность.

При выполнении экспериментальной работы было использовано зерно пшеницы производственных партий и партий предназначенных на семенные цели. Исследования проводились в лабораторных и полевых условиях.

Анализ поврежденности зерна и топографию укулов, нанесенных вредной черепашкой, проводили с использованием методов инфракрасной микроскопии и компьютерного сканирования, разработанных в лаборатории энтомологии и иммунитета растений к вредителям ВИЗР (Вилкова и др., 1976, 1978, 2006, 2007). Степень повреждения зерновок и локализацию повреждений оценивали по 5 балльной шкале.

Исследования посевных качеств и жизнеспособности зерновок пшеницы, поврежденных вредной черепашкой, были проведены в соответствии с общепринятыми ГОСТами (12038-84, 12039-82 12039-66, 12040-66, Р 52325-2005) и Международными стандартами (ISTA).

При определении пригодности партий семян для посева и установления предикторов прорастания зерновок пшеницы поврежденных вредной черепашкой использовали метод П. Веллингтона (1973) и метод, разработанный в лаборатории семеноведения ВИР (Хорошайлов, Лихачев, 1975, Лихачев 1990). Эти методы позволяют оценить разнокачественность проростков по их способности развиваться в полноценные растения, а также выявлять различного рода патологические нарушения в процессе прорастания зерновок и развития проростков.

Оценка метаболической активности семян проводилась с использованием тетразольно-топографического метода (Lakon, 1949; Фирсова, 1959; Bulat, 1961, 1969; Бартон, 1964; Мак-Кей, 1978), позволяющего оценивать функциональное состояние и характер проявления патологических реакций в тканях здоровых и поврежденных зерновок. Скорость и интенсивность гидролиза крахмального комплекса эндосперма зерновок определяли методами гистохимии, используя йод-крахмальную реакцию (реактив Люголя).

Для определения влияния повреждений вредной черепашкой на полевую всхожесть семян, дальнейший рост и развитие растений закладывали специальные модельные опыты на опытном поле ВИР (г. Пушкин). Семена высевали по типу коллекционных питомников в двукратной повторности. При этом оценивали полевую всхожесть, густоту стояния растений и их продуктивность. Для определения элементов структуры урожая в каждом варианте анализировали по 25 растений.

Для статистической обработки экспериментальных данных использовали пакеты компьютерных программ Statistica 6.0 EN и Excel 2007. Данные полевых и лабораторных экспериментов обрабатывали методами дисперсионного анализа согласно имеющимся руководствам по биометрии (Лакин, 1980; Доспехов, 1985).

Глава 3. Органогенетическая и топическая специфичность вредной черепашки при питании на репродуктивных органах различных генотипов пшеницы.

В результате анализа колосьев 89 генотипов пшеницы выделено 4 группы образцов, достоверно различающихся по степени поврежденности вредной черепашкой. Установлено, что у большинства анализируемых образцов поврежденность клопами зерновок превышает общепринятый экономический порог вредоносности ЭПВ (до 5%). В 1 группу были отнесены генотипы с низкими (до 2%) показателями поврежденности зерновок в колосе; во 2 группу - генотипы с поврежденностью зерновок в колосе от 2 до 10%; в 3 группу - с поврежденностью зерновок в колосе от 10 до 20%; в 4 группу - генотипы, характеризующиеся поврежденностью зерновок в колосе более 20%. Деление на группы проведено в соответствии с градаций сортов по показателям технологических свойств зерна пшеницы, поврежденных вредной черепашкой (Буринская, 1972).

Среди анализируемых образцов к первой группе по степени поврежденности зерна отнесены 32 образца, ко второй группе - 31 образец, к 3 и 4 группе, соответственно, 21 и 5 образцов. Основную часть изучаемых образцов составляют генотипы с относительно слабой степенью повреждения (1-2 группы).

Поврежденность зерновок различных генотипов пшеницы вредной черепашкой в зависимости от особенностей архитектоники колоса. Для характеристики органогенетической специфичности вредной черепашки при питании на репродуктивных органах было проведено изучение морфогенетических особенностей строения колоса и его метамерных элементов у 89 генотипов пшеницы (табл. 1).

Своеобразие строения колоса у разных генотипов пшеницы в значительной степени определяет доступ клопов к зерновкам и тем самым определяет их вредоносность. Выбранные характеристики архитектоники колоса, относятся к систематическим и являются отличительными признаками сортовой принадлежности (Жученко, 2010).

В результате проведенных исследований выявлены признаки строения колоса озимой и яровой пшеницы, определяющие органогенетическую и топическую специфичность вредной черепашки при питании на репродуктивных органах. Установлено, что образцы пшеницы, характеризующиеся цилиндрической формой колоса, остистостью, опушенностью по войлочному типу с овально-яйцевидными колосковыми чешуями, в меньшей степени (0-10%) повреждались вредной черепашкой (табл. 1).

Таблица 1

Поврежденность вредной черепашкой зерновок различных генотипов пшеницы в зависимости от особенностей архитектоники колоса

Систематические признаки колоса		Группы генотипов с различной степенью поврежденности зерновок клопами в %, (количество образцов в группе)			
		1 (32 образца)	2 (31 образца)	3 (21 образца)	4 (5 образца)
1	цилиндрическая	87,5	96,8	80,9	80
	веретеновидная	9,4	0	4,8	0
	пирамидальная	3,1	3,2	14,3	20
2	остевидный, опушенный	100	75	47,1	0
	безостый неопушенный	0	25	52,9	100
3	овальная	50	48,3	47,1	40
	яйцевидная	50	33,3	23,5	0
	ланцетовидная	0	18,4	29,4	60
число колосков, шт.		17±0,4	17,8±0,6	17,6±0,3	19±1,0
число зерен, шт		42,5±4,8	38,6±2,3	36,9±3,1	41±2,4

Примечание: 1- форма колоса; 2- остевидность, опушенность; 3 - форма колосковых чешуй. Различия между группами по критерию Стьюдента достоверны на 95% уровне.

Поврежденность зерновок разных генотипов пшеницы по ярусам колоса. В результате анализа поврежденности зерновок вредной черепашкой было установлено, что вредитель при выборе мест для питания на колосьях отдает предпочтение зерновкам, расположенным в определенных ярусах (табл. 2). Показано, что распределение поврежденных зерновок по ярусам колоса и степень их поврежденности определяется генотипом пшеницы.

Как показали исследования, у большинства образцов выделенных групп наибольшее число поврежденных зерновок располагаются в среднем и нижнем ярусах колоса, что определяет высокую вредоносность клопов. Считается, что зерно из этих ярусов колоса составляет основную часть урожая пшеницы (Овчаров, 1990; Лихачев, 1993). Так у слабоповреждаемых образцов 1 группы отмечено преобладание поврежденных зерновок в среднем (36,7%) и нижнем (45,0%) ярусах (Баир, Писанка, Юнона и др.). У образцов 2 группы (Jukishaba, Русалка, Ukichabo и др.) зерновки располагались относительно равномерно в верхнем (31,9%), среднем (31,9%) и нижнем (36,2%) ярусах колоса. У сильноповреждаемых образцов (3, 4 группы) поврежденные зерновки располагались в среднем и нижнем ярусах колоса, но суммарно их количество составляло высокий процент (76%) от общего числа поврежденных зерен (Велютинум 1, Лютенсенс 165/1, Ал-15, Донская полукарликовая и др.).

Таблица 2

Органогенетическая специфичность вредной черепашки
при питании на колосе пшеницы

Группы генотипов по поврежденности зерновок клопами	Распределение поврежденных зерновок по ярусам колоса, %		
	Верхний	Средний	Нижний
1 группа (поврежденность до 2%)	18,3±0,04	36,7±0,05	45,0±0,05
2 группа (поврежденность от 2 до 10%)	31,9±0,02	31,9±0,02	36,2±0,02
3 группа (поврежденность от 10 до 20%)	24,0±0,01	33,8±0,01	42,2±0,01
4 группа (поврежденность более 20%)	23,3±0,02	35,6±0,03	41,1±0,03

Примечание: Различия между группами по критерию Стьюдента достоверны на 95% уровне.

Топическая специфичность вредной черепашки при питании на зерновках пшеницы. Исследования топографии укулов вредной черепашки на зерновках показали, что места питания клопов преимущественно, независимо от сортовой принадлежности, располагаются на спинной и боковой сторонах базальной части - в призародышевой зоне эндосперма (табл. 3).

Таблица 3

Особенности локализации укулов вредной черепашки
при питании на зерновках пшеницы

Группы генотипов по поврежденности зерновок клопами	Распределение укулов клопов по частям зерновки, %		
	Спинка	Спинка и бочки	Верхушка
1 группа (поврежденность до 2%)	27,8±0,04	58,7±0,04	13,5±0,03
2 группа (поврежденность от 2 до 10%)	3±0,007	82,2±0,02	14,8±0,01
3 группа (поврежденность от 10 до 20%)	1,7±0,003	92,0±0,007	6,3±0,006
4 группа (поврежденность более 20%)	1,3±0,006	95,1±0,01	3,6±0,01

Примечание: Различия между группами по критерию Стьюдента достоверны на 95% уровне.

Установлено, что такие повреждения являются наиболее травматичными, и вызывают нарушение процессов дифференциации зачаточного конуса нарастания при прорастании (Куперман, 1964), что сопровождается снижением посевных качеств семян и в дальнейшем отражается на росте и развитии растений. Показано, что с возрастанием степени поврежденности зерна клопами происходит увеличение числа зерновок с наиболее

вредоносными типами травм в призародышевой зоне эндосперма – от 58,7% до 95,1%. Так, у генотипов пшеницы 1-ой группы частота встречаемости зерновок с укулами клопов в зоне спинки и бочков составляет 58,7%. Для 2-ой группы генотипов характерно увеличение расположения укулов в зоне спинки и бочков до 82,2%, что на 23,5% выше по сравнению с образцами 1-ой группы. Частота встречаемости зерновок с наиболее вредоносными травмами у сильно повреждаемых образцов (3, 4 группы) достигает 92,0-95,1%, что на 33,3-36,4% выше, чем у образцов 1-ой группы.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены сортовые признаки строения колоса пшеницы, определяющие органогенетическую и топическую специфичность вредной черепашки и ограничивающие её вредоносность. Установлено, что места питания клопов на колосе пшеницы располагаются в различных его ярусах, но преимущественно в наиболее продуктивных - среднем и нижнем. Укулы вредителя на зерновках в основном сосредоточены в наиболее уязвимой призародышевой части эндосперма в зоне спинки и бочков. Сорта, характеризующиеся высокой поврежденностью вредной черепашкой, отличаются и высокой травмируемостью зерна (3 и 4 баллы по пяти балльной шкале).

Глава 4 Посевные качества семян различных сортов пшеницы с разными типами повреждений вредной черепашкой

В результате анализа посевного материала пшеницы (3 сорта, 5 вариантов) показано, что поврежденность вредной черепашкой зерна в среднем составляет 17,2%.

В связи с недостаточностью сведений о воздействии вредной черепашки на посевные качества семян было проведено изучение влияния различных типов повреждений на комплекс показателей (по ГОСТам и Международным стандартам), включающим показатели энергии прорастания, лабораторной всхожести, полевой всхожести, силы роста и жизнеспособности проростков.

В результате проведенных исследований было установлено, что снижение посевных качеств поврежденных зерновок определяется генотипом пшеницы и зависит от характера и степени их поврежденности клопами.

При детальном сравнительном анализе посевных качеств 6 сортов (18 вариантов) озимой пшеницы было установлено, что слабо- и среднеповрежденные вредной черепашкой сорта характеризуются более высокими показателями энергии прорастания, лабораторной всхожести и силы роста в сравнении с сильноповреждаемыми. Так, у неповрежденного зерна разных сортов пшеницы энергия прорастания составляла 90-100%, лабораторная всхожесть - 90-100%, сила роста проростков - 3,1-4,8 балла. У зерновок, поврежденных в различной степени, выявлено снижение энергии прорастания в среднем на 18-46% по сравнению с неповрежденными зерновками. Снижение лабораторной всхожести зерновок, поврежденных клопами по 1-2 баллу, составляло от 48% (Зерноградка 8) до 98,6% (Актер); зерновок, поврежденных по 3-4 баллу, от 20% (Донской маяк) до 90%

(Актер). Сила роста проростков, выросших из поврежденных зерновок, независимо от степени поврежденности, снижалась на 1-2 балла (по пятибалльной шкале) по сравнению с контролем.

Как показали наши исследования, сопутствующим фактором снижения посевных качеств семян, травмированных клопами, является активное развитие на них фитопатогенной микрофлоры, особенно плесневых грибов. По данным наших исследований зараженность грибной микрофлорой проростков, выросших из поврежденных зерновок, в процессе их прорастания на 3 сутки составляет 40-45%, на 7 сутки достигает 100%.

Исследование особенностей прорастания зерновок, интенсивности ростовых и морфофизиологических процессов в различные фазы развития пшеницы в полевых условиях проводилось на примере двух сортов (Джангаль и Саратовская 55), характеризующихся высокими показателями поврежденности зерна (59,4-64,8%). При этом в качестве контроля для посева использовали фракцию зерновок, не имеющих повреждений вредной черепашкой, в качестве опытных вариантов - пробы, содержащие зерновки с разными типами повреждений клопами (1-4 баллы).

Как показали исследования, у анализируемых сортов пшеницы были выявлены различия в хронологии появления всходов. На 7-9 день после посева у сорта Саратовская 55 в контрольном варианте отмечено прорастание 90% зерновок, в опытном варианте - 85,5%; у сорта Джангаль 93% и 74,5%, соответственно. При этом отмечено снижение полевой всхожести на 4,5% (Саратовская 55) и на 18,5% (Джангаль), силы роста, соответственно, на 0,2-0,9 балла по сравнению с контролем (табл. 4).

Таблица 4

Посевные качества разных сортов пшеницы при повреждении зерновок вредной черепашкой.

Сорт	Вариант	Лабораторная всхожесть		Сила роста		Полевая всхожесть	
		%	Снижение к контролю, %	Б	Снижение к контролю %	%	Снижение к контролю %
Саратовская 55	контроль	96,5	-	4,8	-	90	-
	опыт	92	4,5	4,6	5,2	85,5	4,5
Джангаль	Контроль	97	-	4,4	-	93	-
	опыт	79	18	3,5	21,1	74,5	18,5

Примечание: Б - балл

В результате проведенных исследований в полевых условиях выявлены существенные нарушения ростовых и морфофизиологических процессов в различные фазы развития пшеницы. Так, в период всходов снижение количества сформировавшихся зародышевых корней у сорта Саратовская 55 по отношению к контролю составляло 4,2%, у сорта Джангаль - 23,4%; длины coleoptиле 9,8% (Саратовская 55) и 25,6% (Джангаль), соответственно; длины побега 13,3% (Саратовская 55) и 23,7% (Джангаль).

Количество сохранившихся растений к моменту кущения и начала выхода в трубку у сорта Саратовская 55 в контроле и опытном варианте различалось мало и составляло 85,5%. В то же время морфофизиологические показатели развития растений в опытном варианте были ниже, чем в контроле. Так, масса проростков по отношению к контролю снижалась на 14,1%, масса узловых корней - на 31,8% и количество корней на 4,3%. В фазу полной спелости количество растений сохранившихся к уборке урожая сократилось на 31,5%, количество продуктивных стеблей по отношению к контролю снизилось на 18,6%, масса зерна на 42,7%.

У сорта Джангаль в период кущения - начало выхода в трубку количество сохранившихся растений в опытном варианте снижалось по сравнению с контролем на 20,6%. Так, в контроле количество растений составляло 92,1%, в опыте - 71,5%, соответственно. Морфофизиологические показатели развития растений в опытном варианте также были ниже, чем в контроле. На период уборки количество сохранившихся растений в контроле составляло 66,5%, в опытном варианте - 45%.

Таким образом, установлено, что в результате травмирования зерновок клопами происходит значительное ухудшение энергия прорастания, лабораторной всхожести, полевой всхожести и силы роста. Также отмечено, что проростки, выросшие из поврежденных зерновок, в большей степени заселялись грибной микрофлорой. Как показали наши исследования, высев семенного материала с высокими показателями поврежденности зерна приводит к нарушениям роста и развития растений, к изреживанию посевов и, как следствие, к потере продуктивности.

Глава 5 Динамика прорастания и интенсивность метаболических и морфофизиологических процессов в зерновках пшеницы с разными типами повреждений вредной черепашкой.

Морфофизиологические особенности процесса прорастания зерновок пшеницы при повреждении вредной черепашкой. Как нами установлено, питание вредной черепашки на зерновках пшеницы оказывает существенное влияние на ростовые и морфофизиологические процессы прорастания. Выявлено, что проростки, выросшие из поврежденных зерновок, отстают в росте и развитии по сравнению с проростками, выросшими из неповрежденных зерновок, что можно проследить по динамике развития их осевых органов (зародышевый побег и зародышевые корни) (рис 1).

Анализ динамики прорастания и морфогенеза поврежденных зерновок пшеницы показал, что значительные изменения морфофизиологических процессов происходят в период интенсивного роста структур зародыша (2-3 сутки после закладки опыта) и в период развития проростков на 4-7 сутки, что в онтогенезе сказывается на формировании вегетативных и репродуктивных органов растений.

Установлено, что проявление патологических нарушений у проростков, выросших из поврежденных вредной черепашкой зерновок, зависит от генотипа пшеницы, степени и характера поврежденности зерна. Так, у

проростков пшеницы, выросших из поврежденных зерновок, длина coleoptile была в 2 раза короче, чем у контрольных проростков, длина зародышевого побега в 3 раза короче, чем в контроле, количество сформировавшихся зародышевых корней оказалось в 2-4 раза меньше, чем в контроле. Как показали наши исследования проростки, формирующие короткое coleoptile, короткий первый зародышевый лист и слабое развитие зародышевой корневой системы, в полевых условиях оказываются нежизнеспособными и часто погибают.

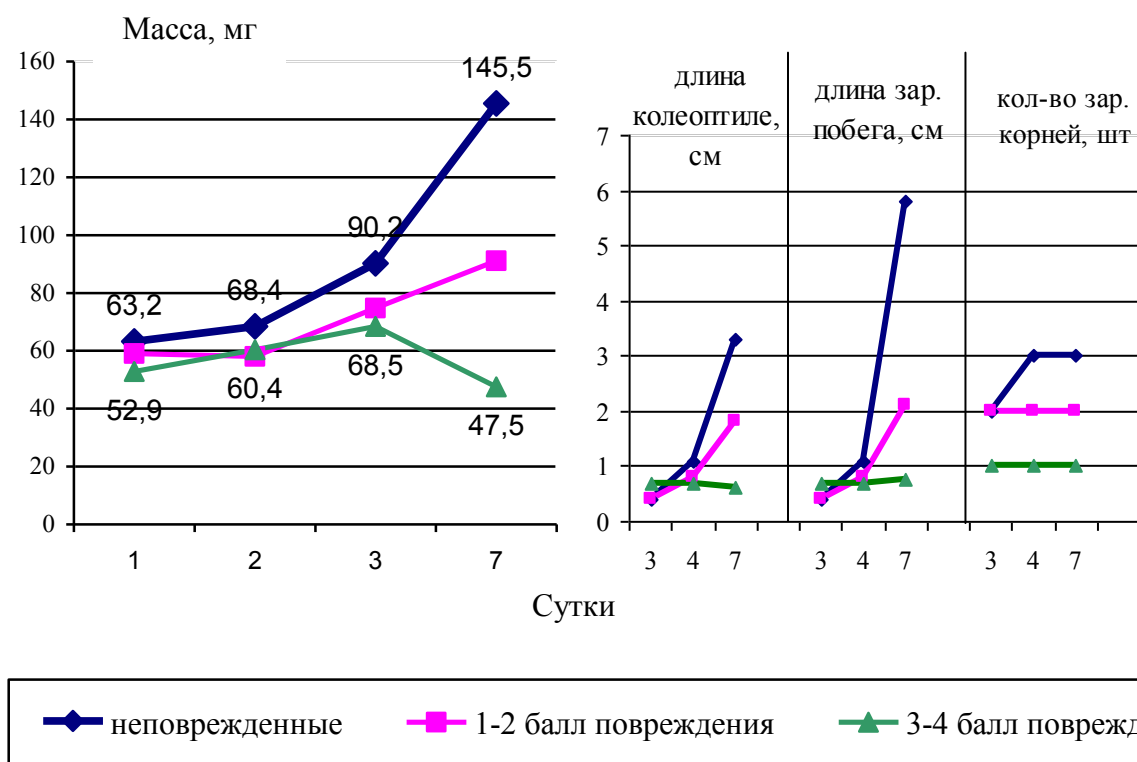


Рис. 1. Динамика развитие структур проростков озимой пшеницы в разной степени поврежденной вредной черепашкой (сорт Зерноградка 8).

В результате нарушения механизмов общей регуляции процессов прорастания семян возникают различного типа аномалии. Детальный анализ проявления патологических нарушений структур проростков, выросших из зерновок с разной степенью поврежденности вредной черепашкой, позволил выявить три типа аномалий роста и развития (рис. 2): первый тип характеризуется нарушениями структуры зародышевой корневой системы; второй тип характеризуется нарушениями развития зародышевого побега; третий тип характеризуется комбинированным аномальным развитием всех структур проростка. Установлено, что количество аномально развитых растений у анализируемых сортов, в зависимости от степени поврежденности зерновок вредителем, колеблется в пределах от 30 до 80%.

Жизнеспособность зерновок пшеницы при повреждении вредной черепашкой. Высокая жизнеспособность зерновок пшеницы и их способность

к прорастанию являются наиболее важными показателями качества семенного материала (Ермилов, 1964; Строна, 1966; Лихачев, 1990 и др.).

Об особенностях патологических нарушений, происходящих в прорастающем зерне в ответ на повреждение, судили по паранекротическим реакциям тканей и клеток зародыша, выявляемых с помощью прижизненного красителя - тетразола, согласно теории паранекроза Насонова-Александрова (1941). После окрашивания ткани здорового зародыша приобретают интенсивный темно-синий цвет, что свидетельствует об их высокой метаболической активности.

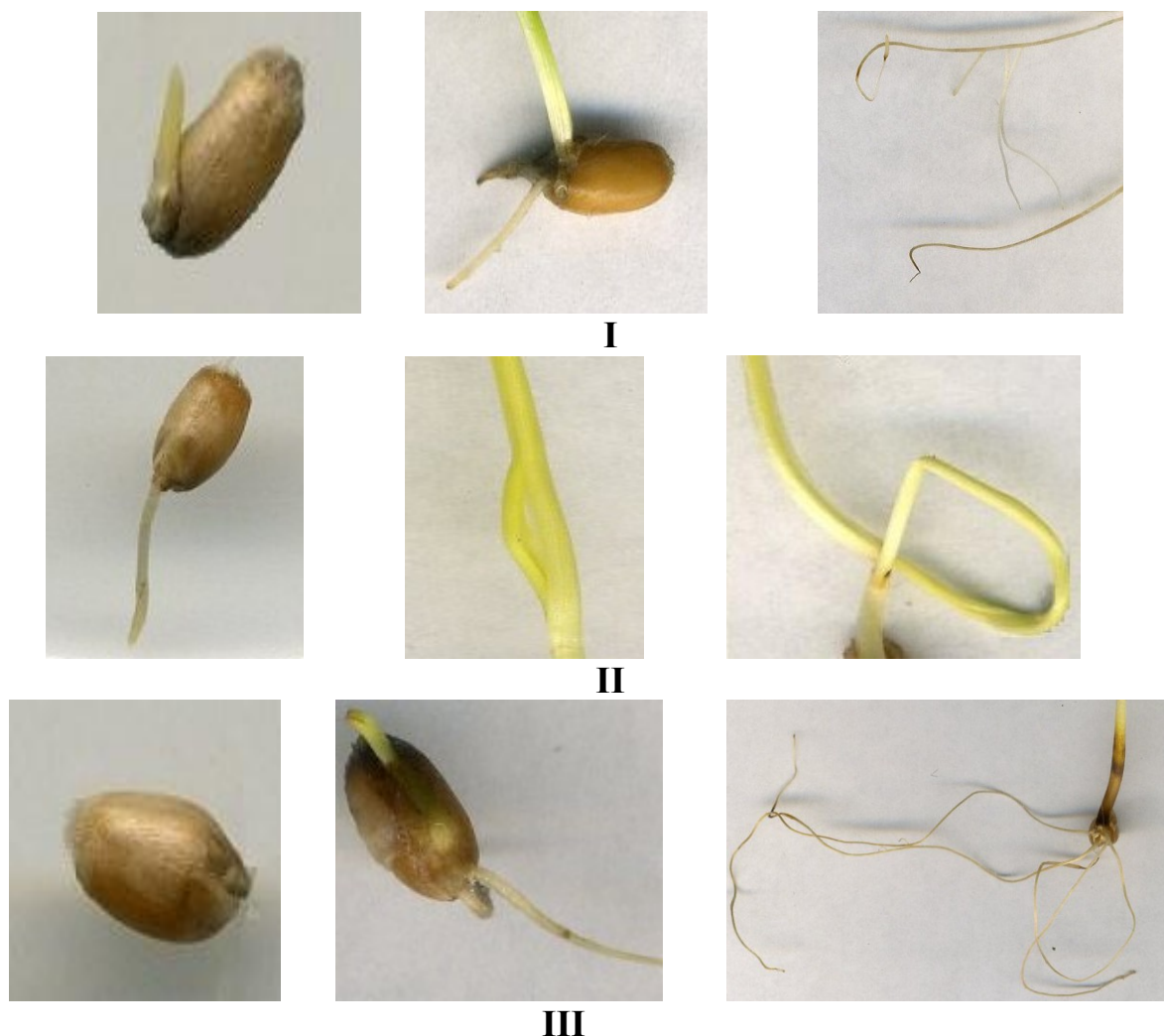


Рис. 2. Патология развития проростков: I - Аномальное развитие зародышевой корневой системы; II – Аномальное развитие зародышевого побега; III – Комбинированное аномальное развитие проростка.

Наши наблюдения показывают, что патологические процессы в поврежденных зерновках сопровождаются нарушением функционирования основных структур зародыша, что отражается на характере окраски тканей. Как показали исследования, у поврежденных зерновок исследуемых сортов наблюдается неравномерная сорбция красителя тканями зародыша, вследствие чего на жизненно важных структурах появляются неокрашенные участки тканей. Такая реакция характерна для большей части зародышей

зерновок сортов пшеницы в сильной степени повреждаемых вредной черепашкой (Зерноградка 8, Донская юбилейная, Августа).

Характер гидролиза крахмального комплекса эндосперма при прорастании зерновок пшеницы, поврежденных вредной черепашкой. Прорастание зерновок, рост и развитие проростков связаны со сложным комплексом физиолого-биохимических процессов, сопровождающихся расходом запасных веществ семени и увеличением размеров осевой части проростка. Процессы роста и развития растений требовательны к обеспечению энергетическими компонентами, что определяет огромную роль углеводов соединений как источника макроэргов, обеспечивающих программу онтогенетических процессов. Известно, что вредная черепашка при питании на зерновках способна вызывать глубокие изменения состава и физико-химических свойств резервных веществ эндосперма, в том числе крахмала, возникающие под воздействием вводимых вредителем в место питания гидролаз, о чем свидетельствуют многочисленные публикации (Кретович и др., 1943; Виноградова, Покровская, 1967; Вилкова, 1969, 1973, 1974, 1980; Покровская и др., 1971 и др.).

В результате наших исследований выявлено нарушение нормальных процессов утилизации крахмала в поврежденных вредной черепашкой зерновках. В норме у неповрежденных зерновок в первые часы прорастания наблюдается деградация только мелких гранул крахмала, а крупный крахмал гидролизует позже - в период интенсивного роста проростков на 4 - 7 сутки. У поврежденных зерновок уже в первые часы их набухания гидролизует как мелкая фракция крахмала, так и крупные гранулы, что сопровождается интенсивным образованием декстринов. Завершающий период прорастания у поврежденных зерновок характеризуется полным использованием запасных углеводов, поступающих из эндосперма в зону их потребления - зародыш и проросток.

Показано, что с увеличением степени поврежденности зерновок вредной черепашкой интенсивность потребления мобильных форм углеводов возрастает, но при этом наблюдается нерациональное, малопродуктивное их использование. Об этом свидетельствуют полученные нами данные о существенных отличиях значений коэффициента эффективности использования запасных биополимеров у зерновок поврежденных клопами по сравнению с контролем: этот показатель у зерновок, поврежденных по 1-2 баллам, снижается в 2 раза, а у зерновок, поврежденных по 3-4 баллам, - в 10 раз и более.

Таким образом, в результате исследований динамики прорастания зерновок пшеницы было установлено, что при повреждении вредной черепашкой происходит существенное замедление развития и различного рода аномалии осевых органов зародыша. Выделены три основных типа патологии развития проростков из зерновок, поврежденных в различной степени клопами. Сравнительный анализ жизнеспособности зародышей зерновок, поврежденных вредной черепашкой, позволил выявить существенные различия в проявлении патологических реакций у разных

сортов пшеницы. Установлено нарушение последовательности гидролиза различных фракций крахмала в эндосперме поврежденных зерновок в процессе их прорастания, что сказывается на рациональном потреблении мобильных форм углеводов, обеспечивающих рост и развития проростков.

Глава 6. Поврежденность вредной черепашкой зерна сортов пшеницы, возделываемых в Нижневолжском и Северо-Кавказском регионах РФ

Поврежденность зерна сортов пшеницы по зонам их возделывания. В результате проведенных исследований выявлено, что в производственных условиях Нижневолжского и Северо-Кавказского регионов РФ преимущественно возделываются сорта пшеницы, характеризующиеся высокой (46,2-50,4%) степенью поврежденности зерна вредной черепашкой (табл. 5).

Таблица 5

Поврежденность зерна различных генотипов пшеницы вредной черепашкой в Нижневолжском и Северо-Кавказском регионах РФ (2002-2009 гг.)

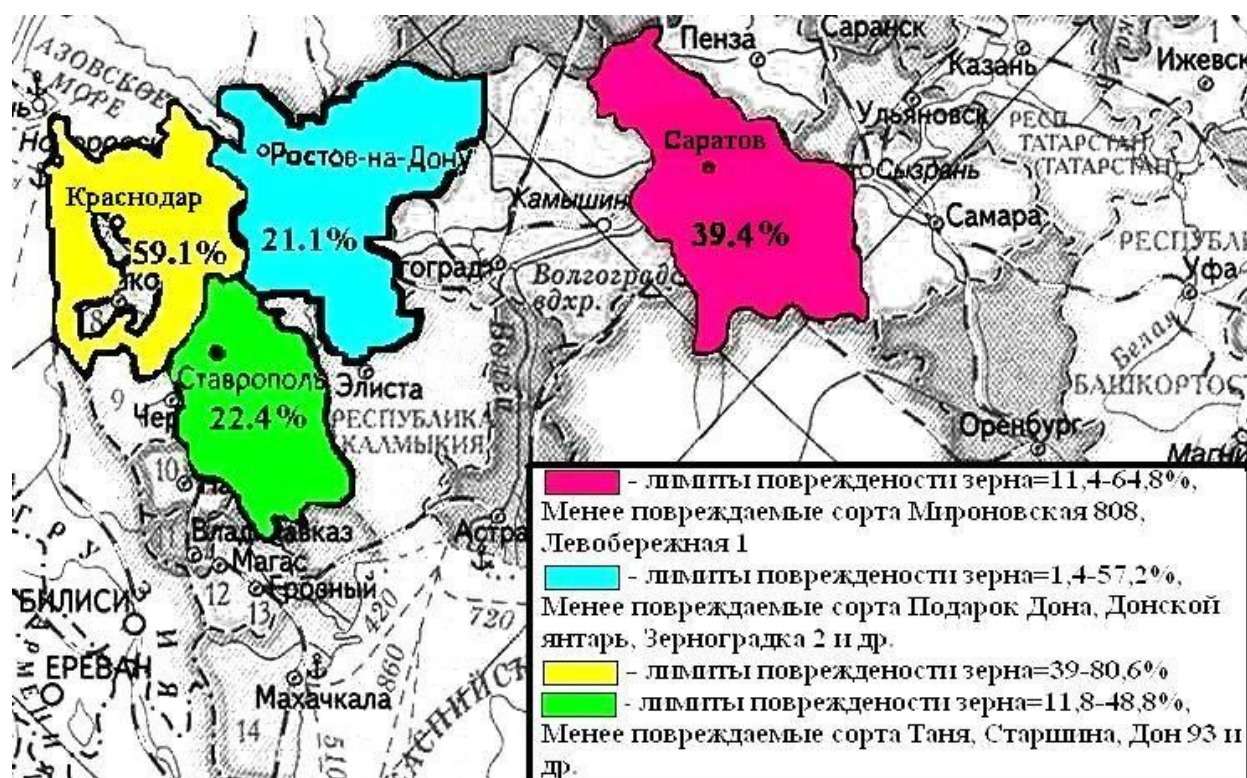
Область, край РФ	Средняя поврежденность зерновок, %	Распределение генотипов по степени поврежденности зерновок, %			Средневзвешенный балл
		слабо (до 10%)	средне (10-20%)	сильно (более 20%)	
Ростовская область	21,1	17,2	44,8	38,0	0,6
Саратовская область	39,4	0	40,0	60,0	0,9
Ставропольский край	22,4	0	46,1	53,9	0,7
Краснодарский край	59,1	0	0	100,0	1,7
В среднем:	31,5	3,4	46,2	50,4	0,9
мировая коллекция ВИР	11,1	51,9	38,5	9,6	0,3

Примечание: Примечание: Различия между группами по критерию Стьюдента достоверны на 95% уровне.

Так, в различных районах Ростовской области было установлено, что средняя поврежденность вредителем зерна пшеницы составляет 21,1%, при средневзвешенном балле 0,6. В меньшей степени повреждались сорта Подарок Дона, Зерноградка 2, Донской янтарь и др. (4,4-10,6%). В хозяйствах Энгельского района Саратовской области поврежденность зерна сортов озимой пшеницы вредной черепашкой в среднем составляла 39,4%, при средневзвешенном балле - от 0,3 до 1,4. Поврежденность зерновок яровой пшеницы сорта Саратовская 55 в этом же хозяйстве также была высокой и составляла 64,8%, при средневзвешенном балле 1,3. В Красноармейском и

Славенском районах Краснодарского края поврежденность зерна пшеницы вредной черепашкой была высокой и в среднем составляла 59,1%, при средневзвешенном балле 1,65. В Ставропольском крае средняя поврежденность клопами зерна различных сортов озимой мягкой пшеницы составляла 22,4%. В наименьшей степени повреждались сорта Таня, Украинка Одесская 14 и др. (11,8-13%). При этом выявлены различия в степени поврежденности зерна вредной черепашкой у различных сортов по разным зонам их возделывания.

Результаты оценки поврежденности зерна пшеницы по основным зонам ее возделывания представлены на карте (рис. 3).



Цифры в анализируемых зонах, обозначенных на карте, показывают процент поврежденного зерна вредной черепашкой.

Рис. 3. Поврежденность пшеницы вредной черепашкой в основных зерносеющих регионах РФ (2006-2010 гг.).

На посевах сильно повреждаемых вредной черепашкой сортов пшеницы Донская юбилейная и Ермак репродукции Ростовской области в период вегетации растений против вредителя были проведены однократные обработки инсектицидами фаскорд, КЭ (100 л/га) 0,1 л/га; децис Экстра, КЭ (125 л/га) 0,05 л/га; альтерра, КЭ (100 л/га) 0,1 л/га. Проведенный нами анализ зерна пшеницы собранного с обработанных инсектицидами посевов показал, что на фоне этих обработок наблюдается снижение процента и балла повреждения вредной черепашкой от 7% (сорт Ермак) до 18,6% (Донская Юбилейная). Снижалось на 3,1-13,7% содержание в партиях зерна зерновок поврежденных по наиболее вредоносным (3 и 4) баллам.

Поврежденность зерна образцов пшеницы из Мировой коллекции ВИР. В ходе анализа на поврежденность зерна 52 образцов пшеницы из мировой коллекции ВИР репродукции Ставропольского НИИСХ было установлено, что средняя поврежденность зерновок клопами составляла 11%, степень поврежденности разных генотипов варьировала от 1,5 до 31%, средневзвешенный балл от 0,04 до 0,7 (табл. 3). Было показано, что образцы пшеницы, принадлежащие к разным разновидностям, отличаются по степени поврежденности зерновок вредителем. Так, поврежденность зерновок пшеницы разновидности *lutescens* варьировала от 3,3 до 24,1 %; *erythrospermum* - от 3,5 до 31%, *ferrugineum* - 7,2-15,3%, *velutinum* – 1,5-18,3%, *hostianum* – 8,4-16,5%, *barbarossa* - 4,4-11,9%, *graecum* - 4,7-6,7%. Эти данные свидетельствуют о том, что в большей степени повреждаются вредной черепашкой генотипы пшеницы разновидностей *erythrospermum* и *lutescens*.

В результате статистического анализа количественных и качественных показателей поврежденности зерна клопами исследуемые генотипы озимой и яровой пшеницы по степени их поврежденности были ранжированы на три группы.

Таким образом, на основе проведенных исследований было проведено ранжирование образцов пшеницы по степени поврежденности зерна вредителем. Выявлено, что применение активной защиты пшеницы в Ростовской области позволяет снизить уровень поврежденности сильно повреждаемых вредной черепашкой сортов пшеницы на 15-17%. В качестве исходного материала для селекции устойчивых сортов зерновых культур можно использовать такие образцы из мировой коллекции ВИР, как Оренбургская 12 (№ 63104), Nanbu Komugi (№ 45140), Hja 20215(№ 58075), Jukishaba (№ 46451), Chinpong (№ 64040), Ал-5 (№ 60760), Сяо-бай-ман (№ 42628) и др.

ВЫВОДЫ

1. При питании вредной черепашки на репродуктивных органах пшеницы определяющим органогенетическую и топическую специфичность и её вредоносность являются морфогенетические особенности строения колоса и его метамерных частей.

2. В результате анализа топографии повреждений у разных генотипов пшеницы установлено, что места питания клопов на колосе располагаются в различных ярусах, но преимущественно сосредоточены в наиболее продуктивных ярусах - среднем и нижнем, что характерно для сильноповреждаемых вредителем образцов.

3. Образцы пшеницы, характеризующиеся цилиндрической формой колоса, остистостью, опушенностью по войлочному типу, овально-яйцевидными колосковыми чешуями, в меньшей степени повреждаются вредной черепашкой (от 0 до 10%).

4. На зерновках, независимо от сортовой принадлежности пшеницы, максимальное число укусов вредной черепашки сосредоточено в базальной

части - спинке и бочках призародышевой зоны, что определяет высокую вредоносность клопов.

5. На основе комплексного анализа семенного зерна различных сортов яровой и озимой пшеницы установлено, что повреждения, наносимые вредной черепашкой, вызывают снижение энергии прорастания, лабораторной всхожести, полевой всхожести, силы роста проростков и их жизнеспособности, что сопровождается нарушениями роста и развития растений и приводит к изреживанию посевов.

6. При сравнительном изучении морфофизиологических нарушений в процессе прорастания поврежденного вредной черепашкой зерна разных сортов пшеницы выявлена патология трех типов развития осевых органов проростков (зародышевых корней и зародышевого побега), а также нарушение динамики гидролиза углеводного комплекса эндосперма и снижение эффективного использования углеводов.

7. На основании анализа поврежденности вредной черепашкой зерна в Нижневолжском и Северо-Кавказском регионах РФ установлено, что в производственных условиях этих регионов преимущественно возделываются сорта с высокой (от 10 до 80,6%) степенью поврежденности вредителем.

8. Среди современных сортов выделены наименее повреждаемые (от 1,4 до 7,2%) - Подарок Дона, Зерноградка 2, Девиз, Восторг, Донской янтарь, которые могут быть рекомендованы для преимущественного возделывания в основных зонах производства пшеницы.

9. Сравнительная оценка зерна 52 образцов озимой мягкой пшеницы из мировой коллекции ВИР показала, что большинство генотипов (52%) характеризуются относительно слабой степенью поврежденности зерна вредной черепашкой (до 10%). Выявлены 27 образцов пшеницы, которые могут быть использованы при создании сорта устойчивого к этому вредителю.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В перечень Государственных стандартов "Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества" ввести показатель допустимого уровня поврежденности зерна пшеницы вредной черепашкой.

2. Для использования в блоках системы интегрированной защиты зерновых культур от вредных организмов в Нижневолжском регионе рекомендовать сорта мягкой пшеницы с низкой поврежденностью зерна - Дон 93, Левобережная 1, Мироновская 808; в Северо-Кавказском регионе - Подарок Дона, Зерноградка 2, Девиз, Восторг, Станичная, Старшина, Дон 93, Дон 95, Таня и сорт твердой пшеницы Донской янтарь.

3. В качестве исходного материала для селекции устойчивых сортов зерновых культур рекомендуются образцы из мировой коллекции ВИР - Оренбургская 12 (№ 63104), Nanbu Komugi (№ 45140), Hja 20215 (№ 58075), Jukishaba (№ 46451), Chinpong (№ 64040), Ал-5 (№ 60760), Сяо-бай-ман (№ 42628) и др.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. **Капусткина, А.В.** Особенности топоческой специфичности вредной черепашки при питании на репродуктивных органах современных сортов озимой пшеницы. /**А.В. Капусткина**, Л.И Нефедова.// Вестник защиты растений. СПб., 2008, № 4, с. 12-21.

2. **Капусткина, А.В.** Морфофизиологические особенности прорастания зерновок озимой пшеницы при их повреждении вредной черепашкой. /**А.В. Капусткина**// Вестник защиты растений. СПб., 2009, № 4, с. 39-47.

3. Вилкова, Н.А. Характер прорастания зерновок озимой пшеницы, поврежденных вредной черепашкой. / Н.А. Вилкова, Л.И Нефедова, **А.В. Капусткина** // 2-е Всеросс. совещ. «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам». СПб.: РАСХН, ВИЗР, ИЦЗР, 2008, с. 200-204.

4. **Капусткина, А.В.** Патология прорастания зерновок *Triticum aestivum* различных сортов, поврежденных вредной черепашкой. /**А.В. Капусткина**// Генетические ресурсы растений и селекции. Конференция молодых ученых и аспирантов. СПб.: ВИР, 2010, с. 184-190.

5. **Капусткина А.В.** Морфофизиологические изменения в зерновках пшеницы при повреждении вредной черепашкой. /**А.В. Капусткина**// Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Сб. науч. тр. СПбГАУ. СПб., 2011, с. 122-125.