

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

**Г. А. Бурлака**  
**В. Г. Каплин**

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ  
ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ  
ЗЛАКОВ ОТ ХЛЕБНЫХ КЛОПОВ  
(НАДСЕМЕЙСТВА *PENTATOMOIDEA*)  
В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Монография

Кинель 2015

УДК 632.7.75  
ББК 44.686.2  
Б91

*Рецензенты:*

д-р биол. наук, проф. кафедры экологии, ботаники и охраны природы  
ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет»

*С. А. Сачков;*

канд. биол. наук, доцент кафедры биологии, экологии и методики обучения  
ФГБОУ ВПО «Поволжская государственная социально-гуманитарная академия»

*С. И. Павлов*

**Бурлака, Г. А.**

**Б91** Биоэкологическое обоснование защиты зерновых злаков от хлебных клопов (надсемейства *Pentatomoidea*) в лесостепи Среднего Поволжья : монография / Г. А. Бурлака, В. Г. Каплин. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – 145 с.

**ISBN 978-5-88575-397-5**

Рассмотрены сезонная динамика состава, численности и структуры популяций клопов-черепашек и настоящих щитников в агроценозах яровой и озимой пшеницы, ячменя, дикорастущих злаков, особенности зимовки клопов; их пищевые связи и взаимоотношения с кормовыми растениями; влияние расположения поля в рельефе и агротехнических приемов возделывания культур (вида пара, систем удобрения и основной обработки почвы) на численность, распределение и вредоносность клопов; эффективность энтомофагов в защите посевов от клопов-черепашек; влияние клопов-черепашек на биохимический состав зерна, его посевные и урожайные качества; устойчивость яровой и озимой пшеницы к повреждению клопами-черепашками. Впервые дана комплексная оценка вредоносности клопов в агроценозах яровой пшеницы.

Рассчитана на биологов, экологов, зоологов, практических работников агрономии и защиты растений, студентов, обучающихся по биологическим специальностям, преподавателей вузов.

УДК 632.7.75  
ББК 44.686.2

**ISBN 978-5-88575-397-5**

© Бурлака Г. А., Каплин В. Г., 2015  
© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей сельского хозяйства России является рост производства высококачественного зерна пшеницы. Посевные площади в России в 2010-2014 гг. составляли 75-79 млн. га, в том числе пшеницей было занято 32-37, ячменем – 10-12% площадей. Урожайность озимой пшеницы составила 2,1-2,9 ц/га, яровой пшеницы – 1,4-1,58 и ячменя 1,8-1,9 т/га (Посевные площади, 2015). В Самарской области посевные площади составляют 1,8-2,0, в том числе пшеницы – 0,30-0,52, ячменя – 0,17-0,32 млн. га.

Важная роль в решении задач повышения урожайности и улучшения качества урожая принадлежит защите посевов зерновых культур от болезней и вредителей. В защите растений большое значение придается агротехническим и другим мерам с преимущественным использованием нехимических средств (в том числе иммунитета возделываемых растений к вредным организмам), способствующим сохранению биоразнообразия, повышению устойчивости и саморегуляции экосистем. Для решения этих вопросов необходимы биоценотический подход, сопряженное изучение биологии и экологии популяций доминирующих видов, их взаимоотношений с кормовыми растениями в агроценозах и естественных условиях [64]. В связи с этим рассматриваются возможности перехода от интегрированной защиты растений от вредных организмов к целенаправленному управлению агроэкосистемами с учетом экономических, экологических, санитарно-гигиенических и социальных аспектов защиты растений [87, 88, 115, 129, 139, 142, 143, 146, 148, 150, 151, 156-159]. Среди более 300 видов потенциальных вредителей зерновых колосовых культур наиболее опасны более 30, суммарные потери урожая зерна от которых составляют 15-20% [6]. В их числе и клопы семейства щитников-черепашек (Heteroptera, Scutelleridae), которые в годы массового размножения ощутимо сокращают сборы высококачественного зерна озимой и яровой пшеницы. Особенно опасны эти вредители

для зон Северного Кавказа, Среднего Поволжья, Ставропольского края, Воронежской, Белгородской и Оренбургской областей, где в последние годы численность черепашек была неизменно высока, а поврежденность зерна колебалась от 8 до 40% [4, 34, 62, 122]. Средняя поврежденность зерна пшеницы клопами черепашками составляет до 36%. Учитывая, что ассортимент инсектицидов для борьбы с опасными вредителями существенно обновился, претерпела определённые изменения тактика борьбы, появились новые научные разработки по мониторингу и методам прогноза, вступил в силу новый ГОСТ по оценке качества зерна, возникла необходимость изучения данной темы.

Успешная защита сельскохозяйственных культур от вредителей невозможна без изучения особенностей их биологии и экологии, сезонной динамики численности, состава и структуры популяций, пищевых связей и взаимоотношений с кормовыми растениями и энтомофагами; влияния расположения поля в рельефе и агротехнических приемов возделывания культур (вида пара, систем удобрения и основной обработки почвы) на их численность, распределение и вредоносность; эффективности энтомофагов в защите посевов от клопов-черепашек; влияния вредителей на биохимический состав продукции растениеводства, ее посевные и урожайные качества; устойчивости сортов к вредителям.

Исследования проводились в 1996-2015 гг., наиболее детально в 2002-2004 гг. в окрестностях п. Усть-Кинельского Самарской области в лесостепной зоне. Исследования по изучению состава, распределения и сезонной динамики численности клопов и их вредоносности проводились на территории Кинельского района Самарской области в 1996-2004 гг. на опытных полях «Пчелка» кафедры земледелия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, расположенных в 8 км к северо-северо-востоку от п. Усть-Кинельский, в 1996-2015 гг. на опытных и производственных полях Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова, расположенных в окр. п. Усть-Кинельский. Метеорологические условия анализировались по данным метеостанции «Усть-Кинельская» на базе Самарской сельскохозяйственной академии, а также прослеживались в течение вегетационного периода. Кинельский район, где проводились исследования, расположен в южной части лесостепной зоны с пониженным увлажнением, среднегодовой суммой осадков 350-400 мм,

суммой температур выше  $+5^{\circ}\text{C}$  – 2500-2600 $^{\circ}\text{C}$ , гидротермическим коэффициентом 0,8-0,9. Метеоусловия в годы исследований были неоднозначными. Самым засушливым в весенне-летний период вегетации пшеницы был 1998 г., когда в мае выпало 9,5, а в июне – 7,2 мм осадков. Засушливыми были также 2009, 2010 и 2013 гг. Наиболее влажными были 1997 и 2011 гг., когда в мае выпало, соответственно 133,5 и 76,4, а в июне – 60,2 и 105,9 мм. Влажными были также 2000 и 2001 гг. Метеоусловия остальных лет в период вегетации приближались к среднемноголетним.

Почва опытных участков была в основном представлена чернозёмом обыкновенным, среднетумусным, среднетощим, тяжелосуглинистым. Мощность гумусового горизонта небольшая 60-80 см. Содержание гумуса в почве – 6-9%. Реакция почвенной среды (рН) на обыкновенных черноземах нейтральная.

На опытном поле «Пчелка» влияние видов пара, систем удобрений и обработки почвы на численность и вредоносность клопов исследовали в трех шестипольных севооборотах со следующим чередованием культур: пар (чистый; занятый (горох); сидеральный (донник) – озимая пшеница – гречиха (2002 г.) или лен (2003 г.) – яровая пшеница – кукуруза на силос – ячмень [57, 58].

В севооборотах применялись следующие системы удобрения:

1) Рекомендуемая для Центральной зоны Самарской области органо-минеральная система удобрения. Под основную обработку в чистом, занятом и сидеральном парах вносился навоз из расчета 40 т/га, на остальных полях применялись минеральные удобрения. В частности, под озимую пшеницу вносили 30 т/га навоза + N60P65K45; яровую пшеницу – N45P50K30, ячмень – N45P50K30 кг действующего вещества на 1 га в севооборотах со всеми видами паров.

2) Интенсивная органо-минеральная система удобрения, рассчитанная на получение максимально возможного урожая по влагообеспеченности. Во все виды паров под основную обработку вносился навоз по 40 т/га и минеральные удобрения под остальные культуры.

В частности, под озимую пшеницу по чистому пару – N30P20 по занятому и сидеральному парам – N120P60K65; яровую пшеницу в севооборотах с чистым паром – N160P110K20, с занятым и сидеральными парами – N140P120K15; ячмень – в севооборотах с чистым паром – N45P60K20, с занятым и сидеральными парами –

N40P65K20. В 2003 г. вносился минимальный объем необходимых удобрений.

3) Органическая, рассчитанная на получение максимально возможного урожая по влагообеспеченности. Внесение навоза и оставление на полях измельченной соломы. Навоз вносился под основную обработку почвы в севообороте с чистым паром в количестве 75 т/га, занятым – 40 т/га и сидеральным – 20 т/га, под кукурузу или подсолнечник в дозе 120 т/га (в севооборотах со всеми видами паров).

Навоз вносился до 2000 г. включительно, далее запахивалась только солома. Кроме того, в этих вариантах не использовались средства химической защиты растений. Навоз вносился с помощью агрегата Т-150 + РОУ-10 под основную обработку почвы на паровых полях и под пропашные культуры.

В поперечном направлении к изучаемым севооборотам и системам удобрения накладывались три варианта систем основной обработки почвы:

1) Комбинированная обработка на переменную глубину с преобладанием вспашки (контроль) заключалась в проведении сразу после уборки предшественника лущения жнивья на 6-8 см и вспашки плугом ПРУН-5-45 на глубину 28-30 см под паровые поля и кукурузу на силос, под остальные культуры вспашка проводилась на 20-22 см.

2) Комбинированная обработка с минимализацией состояла из обработки почвы агрегатом комбинированным пахотным АКП-2,5 на глубину 10-12 см под зерновые культуры и одной вспашки под кукурузу на глубину 28-30 см плугом с предплужниками.

3) Нулевая, без осенней механической обработки почвы под все культуры, за исключением кукурузы, под которую осуществлялась мелкая осенняя двукратная обработка почвы орудием БДТ-3,0 на 10-12 см (за исключением 2002 г.).

В 2002 г. изучались две системы обработки почвы: комбинированная на переменную глубину с преобладанием вспашки и комбинированная с минимализацией.

Все работы выполнялись механизированно. Предпосевная и послепосевная обработка почвы во всех вариантах опыта была аналогична и состояла из весеннего боронования тяжелыми боронами (БЗТ-1,0), предпосевной культивации на глубину заделки

семян (КПС-4,0) и послепосевого прикатывания почвы (ЗККШ-6А). Посев производился сеялкой СЗС-2,1Л.

Схема опыта включала 27 вариантов для каждой культуры в трехкратной повторности, расположение делянок систематическое, размер делянок 18 x 23 м (414 м<sup>2</sup>) [57, 58]. В опытах использовались сорта: озимой пшеницы – Поволжская 86, яровой пшеницы – Кинельская 59, ячменя – Волгарь.

В 2003 г. учеты на озимой пшенице не проводились, в связи с ее гибелью. В 2004 г., в связи с изменением схемы опыта и расположения опытного участка, учеты проводились только на озимой пшенице.

Влияние минеральных удобрений на злаковых клопов изучалось на опытных полях озимой пшеницы Поволжская 86 Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова в шестипольном зернопаропропашном севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – просо – кукуруза на силос – ячмень. Расположение делянок систематическое, размер делянок 6 x 30 м, посевная площадь – 180 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. В опытах использовались аммиачная селитра (N – 34%), двойной суперфосфат (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 41,7%) и хлористый калий (K<sub>2</sub>O – 55%) с различными дозами внесения (без удобрений, P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>, P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>N<sub>30</sub>, P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>N<sub>60</sub>, P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>N<sub>90</sub>, P<sub>120</sub>K<sub>30</sub>N<sub>60</sub>, N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, N<sub>60</sub>K<sub>30</sub>P<sub>30</sub>, N<sub>60</sub>K<sub>30</sub>P<sub>90</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>). Агротехника возделывания культур общепринятая для центральной зоны Самарской области.

Учеты проводили также в трех производственных четырехпольных зернопаровых севооборотах со следующим чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница или ячмень, расположенных на водоразделе, его склоне и в долине. Под озимую пшеницу вносилась аммиачная селитра с нормой 1 ц/га (N<sub>34</sub>), под яровую пшеницу и ячмень – азофоска с нормой 50 кг/га (N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>). Сорт озимой пшеницы – Поволжская 86. Агротехника возделывания культур общепринятая для центральной зоны Самарской области.

Большинство авторов рекомендуют проводить учет численности клопов в посевах визуально, методом пробных площадок размером 0,25 м<sup>2</sup> [6, 12, 32, 83, 84, 93, 104, 118]. При низкой численности вредителя размер пробных площадок был увеличен до 0,5 м<sup>2</sup> [32] или 1 м<sup>2</sup> [83, 93, 121]. Пробные площадки размещали по диа-

гонали поля [32, 83] или в шахматном порядке [118]. На каждые 100 га площади поля обследовали 20 [6, 32, 104], 40 [118] площадок, а с увеличением площади поля на каждые 50 га дополнительно осматривали по 5 площадок [6].

Визуальный учёт яйцекладок, клопов и поврежденных ими колосьев (белоколосость) проводился на трансектах, захватывающих два рядка культуры (ширина полосы учёта составляла 0,3 м), при длине делянки – 23 м, площадь учёта составила соответственно 6,9 м<sup>2</sup>. В производственных посевах длина полосы учёта составляла 50 м, а площадь учёта – 15 м<sup>2</sup>. Визуальные учеты проводились в 3-х, в производственных посевах в 5-кратной повторности в шахматном порядке. Данные учётов переводились на 10 м<sup>2</sup>. Всего в 2002-2004 гг. было проведено 74 учета (50 учетов на озимой пшенице, 23 учета на яровой пшенице и 1 учет на ячмене). Учеты клопов проводили с 7 до 11 и с 16 до 19 ч [84, 104].

Данные по численности и видовому составу клопов получали также кошением стандартным энтомологическим сачком с диаметром верхнего кольца 30 см, нижнего 10 см по фазам развития культур с первой декады мая до их уборки [8]. Перед каждым кошением к нижнему кольцу сачка подвешивали мешочек с этикеткой данного варианта. При учётах клопов кошением энтомологическим сачком на одной делянке озимой, яровой пшеницы и ячменя в связи с небольшой площадью делянок делали по 10 взмахов, на дикорастущих злаках – по 10-25 взмахов сачком в зависимости от площади изучаемого фитоценоза в 3-кратной повторности. Данные учётов переводились на 100 взмахов сачком [75, 76].

Всего за годы исследования в период вегетации было учтено около 12 тыс. экземпляров клопов-щитников.

При учете численности имаго и личинок четвертого-пятого возрастов клопов-щитников наиболее удобным и точным оказался визуальный метод учета, так как объект исследования довольно крупный и хорошо заметен в посевах. У имаго клопов и личинок старших возрастов наблюдаются вертикальные миграции в зависимости от времени суток и погодных условий. Некоторую часть времени они проводят в нижней части стеблестоя, за исключением периодов питания, когда они поднимаются на колосья, при учете их численности кошением, значительная часть клопов не попадала в сачок. Вероятно, это также связано с их особенностью, даже при незначительном касании растения насекомое замирает и падает

вниз. При учете численности личинок младших возрастов более эффективным и объективным оказался метод учета кошением. В этот период развития популяция вредителя находится в основном в верхней части стеблестоя и на колосьях, вертикальные миграции у личинок младших возрастов менее выражены, и они хорошо регистрируются энтомологическим сачком. При визуальном учете численности личинок, в связи с их малыми размерами, растения приходилось осматривать более тщательно, что занимало много времени, но не гарантировало достоверности результата.

Учет растений с усыханием центрального листа также проводился на трансектах, захватывающих два рядка культуры (ширина полосы учёта составляла 0,3 м), при длине делянки 1 м площадь учета составляла 0,3 м<sup>2</sup>. На производственных полях учет проводился в 15-кратной повторности. Всего было проведено 8 учетов на озимой пшенице.

Места зимовок клопов-черепашек обследовались весной, в конце апреля – начале мая методом пробных площадок по 0,25 м<sup>2</sup> (50x50 см), которые размещались на одинаковом расстоянии друг от друга в шахматном порядке. В каждом обследуемом участке учет проводился не менее чем на 20 площадках. При учетах зимующих клопов в лесополосах и прилежащих участках леса просматривались растительные остатки, подстилка, где выбирались все клопы [6, 83, 93, 104, 118].

Влияние расположения поля по мезоформам рельефа (низкого – вблизи долины р. Б. Кинель, среднего – на склоне и высокого – на водоразделе) на численность и видовой состав клопов, количество поврежденных клопами растений с усыханием центрального листа, белыми колосьями, поврежденность ими зерна изучалось на озимой пшенице сорта Поволжская 86, на всех перечисленных выше полях. Учёты проводились в пятикратной повторности.

Сезонную динамику численности и развития клопов-черепашек изучали в фазы развития культур: всходов, кущения, трубкования, колошения, цветения, молочной, молочно-восковой, восковой и полной спелости зерна [77]. Началом фазы считают день, когда в нее вступает не менее 10 % растений, полная фаза отмечается при наличии соответствующих признаков у 75 % растений. У озимых культур первые два этапа органогенеза при благоприятных условиях протекают осенью, остальные – весной и

летом следующего года, у яровых – весной и летом в год посева.

Реакция клопов на голодание изучалась в 2004 г. у вредной черепашки перезимовавшего поколения, а также у вредной, маврской и австрийской черепашек нового поколения. Клопы перезимовавшего поколения отбирались в местах зимовки, нового – с полей в конце июля, перед уходом на зимовку. Отобранные насекомые помечались, взвешивались, помещались в сосуды емкостью 0,5 л (по 5 экземпляров) и содержались в лабораторных условиях без пищи до момента гибели при температуре 18–22°C [63]. Ежедневно примерно в одно и то же время регистрировалась масса тела вредителей по 10 самцов и самок у клопов каждого вида, каждое насекомое взвешивалось отдельно. Также учитывалась и масса сухих экскрементов. Для этого в каждый сосуд помещалась фильтровальная бумага с известной массой, которая ежедневно заменялась, высушивалась и взвешивалась. Масса выделенных за сутки экскрементов находилась по разнице массы фильтровальной бумаги после и до нахождения в сосуде. Потери живой массы клопов и приrost сухой массы экскрементов пересчитывали в процентах по отношению к их исходной живой массе у самцов и самок отдельно [63]. Всего было исследовано 80 клопов.

Исследование зерна озимой и яровой пшеницы на повреждение клопами-черепашками проводилось по следующей методике: в фазу полной спелости пшеницы по диагонали каждой делянки случайно отбирались по 30 колосьев, зерно обмолачивалось. В производственных посевах озимой пшеницы отбиралось по 30 колосьев в 5-кратной повторности. Из каждого полученного образца зерна отбирались 3 пробы по 100 зерновок. Отобранные зерновки рассматривались в лабораторных условиях с использованием стереоскопического микроскопа МБС-9 на наличие повреждений клопами-черепашками. В типичных случаях повреждения выглядят как белесые пятна или вмятины с темной точкой в центральной части пятна (место укола).

Для дифференцированной (качественной) оценки поврежденности зерен вредной черепашкой И. Д. Шапиро, Н. А. Вилковой и Т. А. Борщовой [130] была предложена шкала, основанная на площади поврежденного участка зерновки и его плотности. Данные показатели можно определить только при просмотре зерна в проходящих лучах инфракрасного света. Определение степени повреждения зерна по этой шкале авторами не проводилось.

При анализе зерна, поврежденного клопами-черепашками, различалось зерно, поврежденное в фазу молочной спелости (зерно щуплое, его поверхность морщинистая, деформированная), а также в фазу восковой и полной спелости в эндосперм и в зону зародыша, когда на нем наблюдается изменение окраски тканей вокруг мест уколов вредителя. Различали три основных степени повреждений клопами зерна пшеницы в эндосперм латеральной части: слабую, среднюю и сильную (видимая площадь повреждения составляет, соответственно до 25%, 25-50% и более 50% поверхности зерновки). Использование данной шкалы возможно без применения какого-либо специального оборудования и доступно для широкого круга исследователей. Всего за годы исследования было просмотрено более 133000 зерновок (61000 озимой пшеницы и 72000 зерновок яровой пшеницы).

Распределение повреждений зерна клопами-черепашками по длине колоса изучалось на яровой пшенице сорта Кинельская 59 в 2003 г. на 50 колосьях, простые колоски рассматривались снизу вверх.

Влияние повреждений растений яровой пшеницы сорта Кинельская 59 клопами-черепашками в фазу кушения на элементы структуры продуктивности зерна изучалось в 2004 г. в питомнике и на опытном поле «Пчелка» кафедры почвоведения и агрохимии Самарской ГСХА. В фазу кушения пшеницы отмечались растения с усыханием центрального листа и без повреждений, которые в фазу полной спелости анализировались. На каждом участке было отмечено и исследовано по 10 растений в трехкратной повторности. Всего было исследовано 60 растений.

Оценка лабораторной всхожести, энергии прорастания, темпов развития зародышевых органов и фитосанитарного состояния поврежденных в различной степени и не поврежденных клопами семян яровой пшеницы проводилась в марте 2003 г. методом рулонов по общепринятой методике (Чулкина, Торопова, Чулкин, Стецов, 2000). Для проведения исследований использовалась яровая пшеница сорта Кинельская 59 урожая 2002 г. Зерно пшеницы отбиралось по 100 шт. каждого варианта (неповрежденные семена, поврежденные клопами-черепашками в эндосперм зерновки в слабой, средней и сильной степени, в зародыш и фазу молочной спелости зерна) в трехкратной повторности. Длина корней, колеоптиле и ростка измерялась в каждом варианте у 20 проростков

в трехкратной повторности, а у проростков, семена которых были повреждены в зародыш, эти показатели измерялись у всех имеющих (11 шт.). Фитосанитарное состояние семян определялось по окрашиванию фильтровальной бумаги и характерному спороношению (грибы рода *Fusarium* – розовое, *Penicillium* – желто-зеленое, *Bipolaris* – почти черное и *Alternaria* spp. – грязно-серое окрашивание пятен) [123].

Мелкоделяночный опыт по оценке влияния поврежденности зерна клопами-черепашками на развитие и элементы продуктивности яровой пшеницы Кинельская 59 закладывался в мае 2003 г. в питомнике Самарской ГСХА. Для проведения исследований использовалась яровая пшеница урожая 2002 г. При разработке схемы этого опыта руководствовались методическими рекомендациями З.И. Журбицкого [53]. Схема опыта включала 6 вариантов (неповрежденные семена, поврежденные клопами-черепашками в эндосперм латеральной части зерновки в слабой, средней и сильной степени, в зародыш и в фазу молочной спелости зерна) в шестикратной повторности, в каждом варианте высевалось по 50 зерен, расположение рядков систематическое. Высота растений в каждом варианте измерялась в фазы третьего листа, кушения и налива зерна. Поражение растений бурой ржавчиной определялось в фазу молочной спелости, корневыми гнилями – в фазу полной спелости зерна. Учет бурой ржавчины проводился на главных стеблях у каждого листа, начиная сверху до засохших листьев, корневых гнилей – внизу стебля по общепринятым шкалам [113]. Высота растений, поражение их болезнями и элементы структуры урожая определялись по каждому варианту у 10 растений в шестикратной повторности, а у растений, семена которых были повреждены в зародыш, – у всех имевшихся (5 шт.). Повреждение зерна клопами-черепашками устанавливалось по каждому варианту у 100 семян в шестикратной повторности по вышеописанной методике, а у растений, семена которых были повреждены в зародыш, измерялось у всех имевшихся зерен (163 шт.).

Для учета заражения личинками мух-фазий клопы отбирались с опытных и производственных полей Самарской ГСХА и Поволжского НИИ селекции и семеноводства в начале июня по 25-35 клопов с каждого поля в трёхкратной повторности. Затем клопы вскрывались и рассматривались на наличие паразитирующих личинок мух-фазий. Для установления видовой принадлежности

фазий часть клопов содержали в садках с увлажнённым песком до окукливания личинок и вылета имаго. Всего было осмотрено около 900 особей вредной и 750 клопов маврской черепашки, собранных с полей в зависимости от их расположения в рельефе.

Для определения зараженности яйцекладок черепашки тленомусом в мае–июле с опытных и производственных полей Самарской ГСХА и Поволжского НИИ селекции и семеноводства собирались яйцекладки (не менее 5 шт.) 2–3 раза за декаду, которые содержались в садках до вылета имаго тленомин. Было собрано более 500 яйцекладок.

Для получения зерна, поврежденного различными видами полужесткокрылых, клопы собирались с опытных полей Самарской ГСХА и опытных и производственных полей Поволжского НИИ селекции и семеноводства, затем они содержались на растениях озимой и яровой пшеницы в изоляторах с начала молочной спелости до полной спелости пшеницы. Колосья срезались и обмолачивались. Исследования озимой пшеницы сорта Поволжская 86 проводились в 2002 г., яровой пшеницы сорта Кинельская 59 – в 2003 г. Анализ зерна на содержание белка и соотношение белковых фракций проводился в год получения урожая.

Для определения содержания общего белка и изучения фракционного состава белков зерна озимой пшеницы в зависимости от вида повреждения использовался сорт Поволжская 86 урожая 2003 г., яровой пшеницы – сорт Кинельская 59 урожая 2003 г. Анализ проводился в год получения урожая.

Выделение отдельных белковых фракций зерна пшеницы (альбуминов, глобулинов, проламинов, глютелинов) проводилось по методу, описанному Х. Н. Починок [101], в биохимической лаборатории СГСХА. Альбумины извлекались дистиллированной водой, глобулины – 10% раствором NaCl, проламины – 70% этиловым спиртом и глютелины – 0,2% раствором NaOH.

В каждой из полученных фракций определяли объем, а также содержание белка методом Биурета (микроопределение), используя КФК-2, при длине волны 315 нм. Принцип метода заключается в том, что при добавлении к раствору белка щелочного раствора меди появляется фиолетовое окрашивание, интенсивность которого пропорциональна концентрации белка [70]. Развитие окраски обусловлено наличием в белке пептидных связей.

Измерив величину оптической плотности опытных проб и пользуясь калибровочной кривой, построенной по сывороточному альбумину быка, определяли содержание белка в исследуемых образцах.

Определение амилолитической и протеолитической активности, а также суммарного содержания свободных аминокислот, в том числе и свободного пролина проводилось в 2003 г. в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 и яровой пшеницы сорта Кинельская 59 урожая 2003 г.

Активность амилазы определялась скоростью разложения крахмала ферментной вытяжкой зерна. Динамика осахаривания крахмала наблюдалась по изменению окрашивания слабого раствора J+JK от синего, вызываемого крахмалом, через фиолетовые, красные, буроватые тона, даваемые декстринами, до желтого, естественного цвета водного раствора [18]. Анализ проводился в лаборатории кафедры защиты растений Самарской ГСХА.

Активность протеиназ определялась в биохимической лаборатории СГСХА при воздействии ферментного раствора зерна на раствор белка. Раствор белка со щелочной реакцией среды (pH=8) готовился с использованием 1/5 М фосфатного буфера, с кислотой (pH=3) – при использовании 0,3N раствора HCl. Неразложившийся белок осаждали 5%-ным раствором трихлоруксусной кислотой, после чего устанавливали оптическую плотность на спектрофотометре при 280 нм. Протеолитическую активность в условных единицах вычисляли по разности величин оптической плотности исследуемого образца с контрольным [98].

Суммарное содержание в зерне свободных аминокислот определялось нингидриновым методом [101], который позволяет образовывать с аминокислотами устойчивый комплекс фиолетового цвета, не разлагающийся на свету. Свободные аминокислоты извлекались из зерна 10% уксусной кислотой. После этого к фильтрату добавлялся нингидриновый реактив и 1% аскорбиновая кислота. Анализ проводился на кафедре ботаники и экологии Самарского государственного университета.

Определение содержания свободного пролина проводилось в биохимической лаборатории СГСХА методом, разработанным Бейтсом [140]. Пролин экстрагировался из зерна 3% раствором сульфосалициловой кислоты.

Для определения устойчивости яровой пшеницы к клопам-черепашкам виды, разновидности и сорта яровой пшеницы были взяты из мировой коллекции ВИР в репродукции Поволжского НИИ селекции и семеноводства урожая 2002 г. В 2003 г. все исследуемые образцы пшеницы выращивались на опытном питомнике Самарской ГСХА. Анализ поврежденности зерна по модифицированной авторами методике был проведен у 10 видов пшеницы: мягкой – *Triticum aestivum* L., твердой – *T. durum* Desf., *T. monococcum* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schubl., *T. persicum* Vav., *T. polonicum* L., *T. sphaerococcum* Persiv., *T. timopheevii* Zhuk., *T. turgidum* L. и *T. compactum* Host. Оценка устойчивости сортов и гибридов озимой пшеницы к клопам-черепашкам проводилась в 2011 г. в селекционном севообороте Поволжского НИИ селекции и семеноводства.

Морфометрический состав крахмальных зерен у исследуемых генотипов пшеницы определяли по методике ВИЗР [31]. Из средней части зерновки неповрежденного и поврежденного зерна (область пятна) скальпелем на предметное стекло соскребался эндосперм. Окрашивание препаратов производилось раствором Люголя, в качестве временной среды для препарата использовался глицерин, готовый препарат накрывался предметным стеклом. Диаметр крахмальных зерен определялся под микроскопом с помощью окуляр-микрометра, окуляр  $\times 7$  и объектив  $\times 40$ . Цена деления окуляр-микрометра определялась с помощью объект-микрометра. Анализ мозаики эндосперма проводился в 10 кратной повторности. Исследуемые крахмальные зерна подразделялись на 4 класса: до 10; 11–20; 21–30 и более 30 мкм. Всего было просмотрено около 600 полей зрения микроскопа.

При оценке роли клопов-черепашек в агроценозах пшеницы различали следующие понятия: вредоспособность – показатель снижения урожая с 1 растения под влиянием жизнедеятельности 1 особи вредителя; вредоносность – показатель снижения урожая в целом в результате взаимодействия популяции поврежденного растения и насекомого-фитофага; потери урожая – фактическое выражение вредоносности в конкретных условиях агроценоза [111].

Для расчета потерь массы зерна от белоколосости использовали формулу  $P = (B_n + B_{ч}/2) \times 10$  м, где  $P$  – потери массы зерна, кг/га;  $B_n$  – число белых колосьев, поврежденных