

УДК 632.754.1: 574.3:575.21

ФЕНОТИПИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВНУТРИВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ КЛОПОВ *EURYGASTER* SPP. В РАЗЛИЧНЫХ АГРОБИОЦЕНОЗАХ

А.В. Капусткина

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Цель исследований заключалась в изучении фенотипического разнообразия популяций клопов *Eurygaster* spp. в разных почвенно-климатических условиях России и изменений внутривидовой структуры их локальных популяций под воздействием антропогенных факторов. На основе методов феногенетики проведен анализ и сравнительное изучение внутривидовой структуры локальных популяций клопов-черепашек в агробиоценозах Центрально-Черноземного, Северо-Кавказского и Западно-Сибирского федеральных округов РФ. Выявлено, что изменения частот морфотипов имаго в популяциях клопов-черепашек связаны с интенсивным воздействием на агробиоценозы пшеницы антропогенных факторов. Показано, что такие сорта пшеницы как Гром, Черноземка 115, Скипетр, Немчиновская 57 и Алтайская 325 могут индуцировать процессы диверсификации в локальных популяциях клопов. Фенотипический мониторинг структуры локальных популяций клопов из разных агробиоценозов показал постепенное изменение их фенообликов до типичных параметров южно-степного евроазиатского экотипа.

Ключевые слова: *Eurygaster integriceps*, *Eurygaster maura*, *Eurygaster austriaca*, *Eurygaster testudinaria*, мягкая пшеница, фенотипическая структура популяций, сорт, инсектициды, диверсификация.

В настоящее время основной причиной снижения и ухудшения урожая зерновых культур является повреждение зерна более чем 20-ю видами «хлебных клопов», среди которых наиболее вредоносны представители рода *Eurygaster*. Наиболее известны следующие виды – вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put., маврская черепашка *E. maura* L.,

австрийская черепашка *E. austriaca* Schrek. и влаголюбивая черепашка *E. testudinaria* Geoffr.

Среди них особое экономическое значение в снижении производства зерна и ухудшении его технологических, хлебопекарных и посевных качеств имеет клоп вредная черепашка. Этот вредитель относится к числу видов-супер-

доминантов, находящихся в настоящее время в состоянии “экологического взрыва” и требующих организации био-мониторинга за состоянием их популяции в связи практически постоянно высокой численностью, вредоносностью и широкой экологической пластичностью. Для снижения численности вредной черепашки и поддержания оптимальной фитосанитарной обстановки на посевах зерновых культур каждый год на 5–7 млн. гектаров проводят химические обработки, но несмотря на возрастающие масштабы применения инсектицидов вредоносность вредителя не снижается, а современный видовой ареал клопов продолжает расширяться на север, северо-запад и восток. Известно, что за последние 30 лет ареал данного вида продвинулся в северо-западном направлении на 200–300 км. Одной из причин роста вредоносности вредной черепашки является антропогенное воздействие на агробиоценозы, связанное с современными технологиями возделывания пшеницы и мероприятиями по защите растений, ориентированной на интенсивное использование химических средств. Применение инсектицидов на посевах зерновых культур, приводит к усилению изменчивости в популяционной структуре клопов, формированию резистентности в популяциях вредите-

ля к препаратам, и к дальнейшему расширению его ареала. Важным фактором, приводящим к адаптивным изменениям у клопов, являются вводимые в производство новые сорта зерновых культур, в процессе селекции которых была затронута иммуногенетическая система [Шапиро, 1985; Фасулати, 2005; Ясюкевич, Давидович, 2010; Вилкова и др., 2014; Павлюшин и др., 2008, 2010, 2015].

Формирование «агрессивных» популяций вредной черепашки и увеличение их вреда приводят к существенному ухудшению фитосанитарной обстановки и росту химических обработок в агробиоценозах. В связи с этим изучение популяций клопов имеет особое значение в решении вопроса изменчивости их внутривидовой структуры под воздействием антропогенных факторов [Павлюшин и др., 2013, 2015].

Исходя из этого, основная цель исследований заключалась в изучении фенотипического разнообразия популяций клопов *Eurygaster* spp. в разных почвенно-климатических условиях России и изменений внутривидовой структуры их локальных популяций под воздействием антропогенных факторов.

Материал и методы

Анализ фенотипической структуры популяций (ФСП) клопов *Eurygaster* spp. проводился на выборках имаго клопов летнего поколения, завершивших полный цикл развития на конкретном поле и сорте пшеницы, с помощью общепринятых методов фенотипики в 2014–2017г. Общая выборка анализируемых клопов-черепашек составила 7044 особей, в том числе из Ростовской области (Сальский район) – 1068 особей, из Тамбовской области (Ржаксинский район) – 1126 особей, из Краснодарского края (Славянский район) – 2730 особей, из Алтайского края (г. Барнаул) – 2110 особей. На посевах озимой пшеницы в Ростовской и Тамбовской областях в исследуемый период для проведения химической защиты растений от вредной черепашки были использованы инсектициды из класса пиретроидов – цезарь и молния, из класса неоникотиноидов – имидор и имидашанс, а также фосфорорганический препарат Би-58 новый. В 2014 году на посевах яровой пшеницы селекции Алтайского НИИСХ против маврской и влаголюбивой черепашек проводилась обработка посевов пиретроидным инсектицидом фатрин.

Методика анализа внутривидовой структуры популяции основана на выявлении, изучении и учете частот встречаемости в популяциях вредителей дискретных наследственно обусловленных вариаций признаков – фенокмпозиций (морфотипов), которые служат маркерами особенностей разных групп особей внутри вида. Оценка внутривидовой структуры популяций вредной черепашки была проведена на основе “композиции фенотипов”, сочетающих дискретные неметрические признаки имаго: рисунок щитка и окраски надкрыльев клопов [Васильев, 2005;

Фасулати, 2005; Павлюшин и др., 2008, 2013, 2015]. Морфотип 1 – щиток с четко выраженным узором, цвет верхней стороны тела серо-коричневый; морфотип 2 – щиток с нечетко выраженным узором, цвет серо-желтый; морфотип 3 – щиток без узора, цвет серо-коричневый, тон окраски темный; морфотип 4 – щиток без узора, цвет серо-желтый, тон окраски светлый. Выделенные морфотипы высокостабильны в онтогенезе клопов и не сцеплены с полом. Различия в структуре локальных популяций вредной черепашки проявляются в разных соотношениях частот встречаемости отдельных морфотипов. Описанные фены, маркирующие выделенные морфотипы, могут быть использованы и для анализа структуры популяций ряда близких к вредной черепашке видов клопов рода *Eurygaster*: маврской черепашки *E. maura*, австрийской черепашки *E. austriaca*, влаголюбивой черепашки *E. testudinaria* и широкоспинной черепашки *E. dilatocollis* [Фасулати, 2005]. С целью оценки внутривидовой дифференциации популяций клопов-черепашек был рассчитан индекс генетического сходства (γ) между отдельными популяциями видов по методу Л.А. Животовского (1982, 1991) с вычислением достоверности различий их фенообликов по критерию идентичности (I). Сама величина I имеет приблизительно распределение хи-квадрат (χ^2) с $m-1$ степенями свободы, где m – количество морфотипов. Сравнительное значение I с табличными значениями χ^2 , устанавливаемое достоверность полученных результатов при уровне значимости 99.9%. Для статистической обработки экспериментальных данных также были использованы пакеты компьютерных программ Statistica 6.0 EN и Excel 2007.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследователями ФСП вредной черепашки было установлено, что основные зерносеющие районы европейской части России и Западного Казахстана, составляющие «центрального ядро» ареала популяций вредителя, относятся к южно-степному евроазиатскому экотипу. Этот экотип характеризуется численным преобладанием клопов 2 морфотипа – 47–52%, доля особей 1 морфотипа составляет 32–37%, особи 3 и 4 морфотипов присутствуют в популяции в значительно меньшем числе (11–21%). Отличительной особенностью данного экотипа является клинальная изменчивость фенооблика популяций клопов со снижением доли особей 2 морфотипа и повышением доли особей 1 морфотипа в

северной части ареала [Павлюшин и др., 2008, 2013, 2015; Капусткина, 2017].

Изучение внутривидовой структуры популяций клопов *Eurygaster* spp. из Центрально-Черноземного, Северо-Кавказского и Западно-Сибирского федеральных округов РФ позволило выявить, что в исследуемых популяциях присутствуют все описанные четыре морфотипа в соотношении, характерном для южно-степного евроазиатского экотипа. Индекс генетического сходства популяций клопов-черепашек в разных агробиоценозах высокий, и составил 0.935–0.995. При этом уровень генетического различия между морфотипами данных популяций находится в пределах от

0.17 до 0.22, что может свидетельствовать о значительных отличиях структур популяций клопов, обитающих в различных природно-климатических зонах. Наряду с этим, проведенный сравнительный фенотипический анализ выборок имаго клопов-черепашек показал, что в исследуемых регионах РФ отмечаются существенные различия в структуре популяций клопов, проявляющиеся в изменении соотношений частот встречаемости отдельных морфотипов.

Таблица 1. Сравнительная характеристика фенотипической структуры популяций клопов-черепашек из различных регионов РФ (2014–2017г.)

Место сбора выборок клопов-черепашек	Количество особей в выборке, шт.	Средние частоты встречаемости морфотипов к общему числу особей, в %			
		1	2	3	4
Алтайский край, г. Барнаул	2120	46.4±1.08	28.3±0.98	15.9±0.8	9.4±0.63
Краснодарский край, Славянский район	2730	46.1±0.95	34.6±0.91	12.6±0.64	6.7±0.5
Ростовская область, Сальский район	1068	33.9±1.4	43.5±1.5	10.2±0.9	12.4±1.0
Тамбовская область, Ржаксинский район	1126	38.6±1.4	43.7±1.5	8.5±0.8	9.2±0.9

Примечание: Различия между популяциями статистически значимы при $p > 0.999$ ($I > \chi^2 = 16.3$).

На территориях Ростовской и Тамбовской областях в структуре популяции вредной черепашки отмечено преобладание доли особей 2 морфотипа – 43.5–43.7%, количество особей 1 морфотипа не превышает 38.6%, 3 морфотипа – 8.2–10.2%, 4 морфотипа – 9.2–12.4%. При этом прослеживается тенденция к возрастанию численности имаго 1 морфотипа (на 1.6–6.6%) и к снижению доли частот встречаемости 2 морфотипа (на 3.3–8.5%), по сравнению с типичными характеристиками популяций южно-степного евроазиатского экотипа (табл. 1).

Выявленные отклонения частот встречаемости морфотипов имаго в локальных популяциях клопов от среднестатистических характеристик фенооблика южно-степного евразийского экотипа, отражают чувствительность клопов к различным биотическим и абиотическим факторам. Преобладание особей 1 морфотипа в выборках вредной черепашки является показателем стрессовых условий обитания вида или появления резистентных форм вредителя к применяемым в зоне инсектицидам [Павлюшин и др., 2008, 2015; Вилкова и др., 2014].

Известно, что абиотические циклы наряду с биотическими обуславливают чередование в экосистемах благоприятных и неблагоприятных периодов для жизнедеятельности насекомых. Их успешное выживание невозможно без синхронизации различных популяционных циклов с абиотическими циклами среды обитания. Поэтому любой значимый экологический фактор, в том числе и антропогенный, может привести к изменению адаптационных возможностей отдельных популяций в экосистеме [Чайка, 2002; Зейналов, 2017]. Именно поэтому необходимо проводить оценку агробиоценозов на фенотипическую изменчивость, которая отражает трансформацию и дестабилизацию структуры популяций экосистемы в ответ на изменения в окружающей среде.

Фенотипический мониторинг дает возможность оценить состояние популяции в ответ на возрастающее антропогенное воздействие в глобальном, региональном и локальных масштабах, и тем самым определить последствия влияния техногенных факторов на последующие поколения. Данный мониторинг позволяет проводить анализ состояния популяций не только в географическом пространстве, но во времени, то есть позволяет измерять размах состояния одной популяции в одном агробиоценозе

Так, в структуре алтайской и краснодарской популяций клопов-черепашек численно преобладают особи, принадлежащие к 1 и 2 морфотипам с доминированием особей 1 морфотипа (до 46.4%), доля особей 2 морфотипа составляет 28.3–34.6%. Кроме того в структуре этих популяций отмечается увеличения числа 3 морфотипа на 3–6.3% и 4 морфотипа на 2.8%, по сравнению с популяциями южно-степного евроазиатского экотипа (табл. 1).

в течение нескольких лет [Васильев, 2005, 2009; Васильев и др., 2007; Васильев, Васильева, 2009].

Проведенный нами фенотипический мониторинг изменений внутривидовой структуры популяций клопов *Eurygaster* spp. из различных агробиоценозов позволил выявить постепенное изменение структуры их фенооблика до типичных параметров южно-степного евроазиатского экотипа, проявляющееся в увеличении частоты встречаемости особей 2 морфотипа при одновременном снижении доли особей 1 морфотипа (рис. 1).

Так, в краснодарской популяции вредной черепашки в 2015 году отмечалось численное преобладание 1 морфотипа (до 53.5%), а особи 2 морфотипа не превышали 26.1%. В 2016–2017 годы произошло изменение в соотношении частоты встречаемости доминирующих морфотипов в фенотипике этой популяции клопов, а именно наблюдается снижение доли особей 1 морфотипа на 8.2–23.1% при одновременном повышении доли 2 морфотипа на 8.2–16.7%, по сравнению с 2015 годом (рис. 1). Наряду с этим отмечаются изменения в частоте встречаемости 3-го морфотипа. В 2015–2016 годы количество особей этого морфотипа было высоким и составляло 14–25.1%, а в 2017 году наблюдалось снижение на 7.8%. Различия в краснодарской популяции в исследуемые годы были статистически значимы: g варьировал от 0.9 до 0.95, I колебался от 22.8 до 26.7. Можно предположить, что выявленные колебания доминирующих морфотипов в фенотипическом облике краснодарской популяции в течение исследуемого периода связаны с изменением технологий возделывания пшеницы и снижением интенсивности применения инсектицидов в агробиоценозе.

Несмотря на то, что в Ростовской области ежегодно на посевах озимой пшеницы применяются инсектициды из разных классов, в фенотипической структуре популяции вредной черепашки также отмечаются изменения в соотношении встречаемости 1 и 2 морфотипа (рис. 1). В 2014–2015 годы, при проведении обработок посевов пшеницы фосфорорганическим препаратом Би-58 новый, в локальных популяциях клопов отмечалось практически равные доли особей 1 и 2 морфотипа. Так в 2014 году частота встречаемости 1 морфотипа составила 35.4%, 2 морфотипа – 36.8%; в 2015 году – 34.5% и 29.5%, соответственно. Кроме того, в эти годы обнаружен резкий рост минорных групп морфотипов, по сравнению с южно-степным евро-

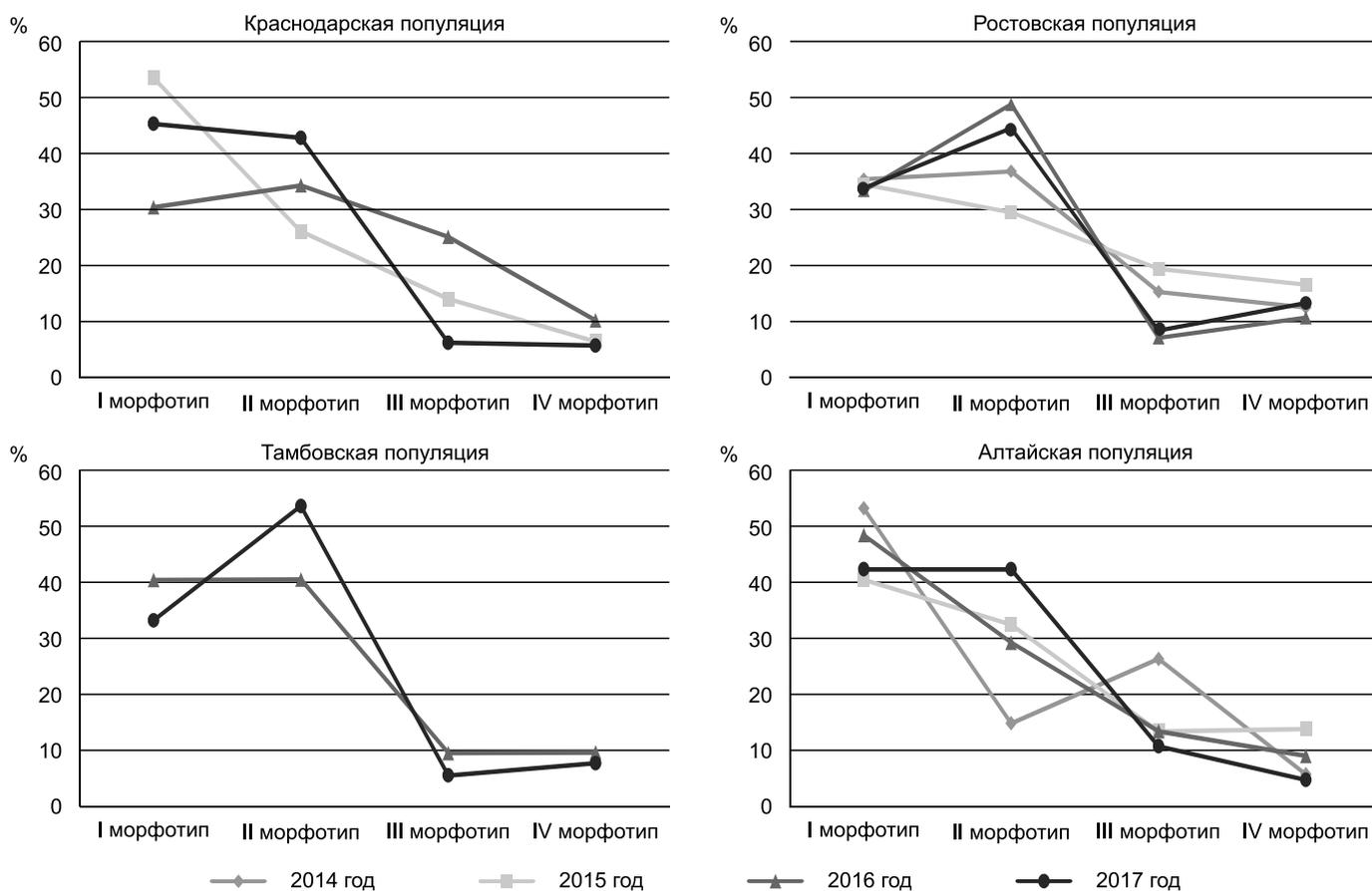


Рис. 1 Динамика изменений фенотипической структуры популяций клопов *Eurygaster* spp. из Центрально-Черноземного, Северо-Кавказского и Западно-Сибирского федеральных округов России (2014–2017 г.).

азиатским экотипом: количество особей 3 морфотипа достигал 15.4–19.4% и 4 морфотипа 12.5–16.6%. Статистически значимые различия между параметрами популяции этих лет отсутствовали: $r=0.986$, $I=7.9$. В 2016–2017 годы, когда в период вегетации посевы пшеницы обрабатывались пиритроидами цезарь и молния, в локальных популяциях вредителя наблюдалось значительное увеличение доли особей 2 морфотипа на 19.6–23.9%, при этом отмечалось снижение 3 (на 6.9–11%) и 4 (1.8–5.9%) морфотипа. Изменения в частоте встречаемости клопов 1 морфотипа в эти годы было незначительным. Статистически значимые различия между параметрами популяции 2016 и 2017 годов отсутствовали: $r=0.997$, $I=4.49$. Вместе с тем различия между параметрами ростовской популяции в 2014–2015 г. и в 2016–2017 г. были существенными: r колебался от 0.922 до 0.984, I – от 24.8 до 67.1. Полученные результаты в соотношении частот встречаемости морфотипов в ростовской популяции вредной черепашки можно объяснить упорядочением применения инсектицидов против вредителя путем проведения обработок с учетом экономического порога вредоносности и чередованием фосфорорганических препаратов с пиретроидными.

Похожая тенденция изменений частоты встречаемости доминирующих морфотипов была выявлена и в фенотипическом облике алтайской популяции клопов *Eurygaster* spp. В 2014 году, когда посевы яровой пшеницы обрабатывались против клопов пиритроидным препаратом фатрин, в локальных популяциях клопов-черепашек наблюдалось значительное (в 3.6 раза) преобладание доли особей 1 морфотипа над долей 2 морфотипа и значительным увеличением доли особей 3 морфотипа (до 26.3%). В последующие годы

исследования на посевах яровой пшеницы не проводилось обработок против клопов, в результате чего в фенооблике алтайской популяции клопов *Eurygaster* spp. отмечалось возрастание доли особей 2 морфотипа (на 14.4–27.5%) при одновременном снижении количества особей 1 морфотипа (на 4.8–12.8%). Помимо этого наблюдалось снижение доли особей 3 морфотипа на 12.9–15.6% и увеличение частоты встречаемости 4 морфотипа на 3.3–8.1%. В ходе оценки частоты встречаемости морфотипов в алтайской популяции между последними годами (2015–2017 г.) были обнаружены статистически значимые различия: $r = 0.97–0.99$, $I = 30.8–43.1$. Наряду с этим различия между параметрами популяции клопов-черепашек в 2014 году и последними годами были более существенными: индекс генетического сходства составил 0.74–0.9, критерий идентичности колебался от 176.6 до 217.7. Выявленные изменения частот встречаемости доминирующих морфотипов в алтайской популяции связаны с интенсивностью использования на посевах инсектицидов против клопов-черепашек.

С другой стороны в структуре тамбовской популяции вредной черепашки, с посевов озимой пшеницы, на которых ежегодно проводятся обработки против клопов неоникотиноидными препаратами (имидор и имидашанс), показано постепенное снижение доли клопов 2 морфотипа при одновременном повышении доли минорных групп морфотипов. Так, в 2016 году в популяции клопов доля особей 1 морфотипа составляет 33.4%, 2 морфотипа – 48.8%, 3 морфотипа – 7.1% и 4 морфотипа – 10.7% (практически не отличается от типичных характеристик популяций южно-степного экотипа). В 2017 году отмечается снижение доли 2 морфотипа на 4.3% и увеличение 3 морфотипа на

1.3%. При этом существенное отличие в структуре популяции этого года состоит в увеличении 4 морфотипа до 13.3%. Установленные отличия в популяции клопов-черепашек статистически значимы ($r = 0.971$, $I = 48.1$). Выявленные изменения в структуре популяции вредной черепашки из Тамбовской области согласуются с изменениями чувствительности клопов к применяемым инсектицидам, в частности к неоникотиноидным препаратам.

Ранее проведенные исследования установили, что еще одним из основных факторов, ускоряющих фенотипическую диверсификацию популяций вредной черепашки и микроэволюционные процессы формообразования в них, являются иммунологические и морфофизиологические особенности высеваемых сортов пшеницы [Вилкова и др.,

2014; Капусткина, Нефедова, 2015, 2016; Павлюшин и др., 2015].

Исследования внутривидовой структуры популяций клопов *Eurygaster* spp. установили, что выявленные отличия в соотношении встречаемости 4-х морфотипов в локальных популяциях вредителя из разных агробиотопов сохраняется и в их микропопуляциях. При этом различия в структуре микропопуляции черепашек с разных сортов пшеницы выявляются как на фоне использования инсектицидов, так и без обработок. Наиболее значимые изменения в фенооблике исследуемых микропопуляций отмечались у клопов, собранных с посев сортов Гром, Черноземка 115, Скипетр, Немчиновская 57 и Алтайская 325, что подтверждает показатель генетического сходства (r), находящийся в пределах 0.981–0.989 (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительная характеристика фенотипической структуры локальных популяций клопов-черепашек в различных регионах РФ при питании на разных сортах пшеницы (2014–2017г.)

Сорт	Количество особей, шт.	Доля морфотипов, %				Критерий Животовского (r)	Критерий идентичности (I)*
		1	2	3	4		
Краснодарский край, Славянский район							
Васса	88	51.1±5.3	36.4±5.1	6.8±2.7	5.7±2.3	0.997	2.04
Ростовская область, Сальский район							
Гром	310	33.2±2.6	36.7±2.7	14.2±2.0	16.1±2.1	0.989	26.1
Васса	70	36.5±5.7	36.5±5.7	16.2±4.4	10.8±3.7	0.984	8.4
Станичная	224	34.4±3.2	45.1±3.3	8.5±1.9	12.0±2.2	0.997	4.4
Зерноградка 8	181	33.1±3.5	48.1±3.7	8.3±2.8	10.5±2.3	0.997	3.7
Алтайский край, г. Барнаул							
Степная нива	212	51.9±3.4	21.7±2.8	17.4±2.6	9.0±1.9	0.994	9.25
Алтайская 70	407	49.9±2.5	23.8±2.1	17.9±1.9	8.4±1.4	0.994	16.4
Алтайская жница	236	47.5±3.3	25±2.8	17.4±2.5	10.1±2.0	0.997	6.8
Степная волна	258	52.7±3.1	25.6±2.7	13.9±2.1	7.8±1.7	0.991	16.7
Алтайская 75	360	44.4±2.6	29.8±2.4	17.5±2.0	8.3±1.4	0.998	5.18
Алтайская 325	234	38.0±3.2	31.2±3.0	17.1±2.5	13.7±2.2	0.984	26.9
Тамбовская область, Ржаксинский район							
Черноземка 115	209	48.3±3.5	37.3±3.3	8.2±1.9	6.2±1.6	0.981	26.8
Немчиновская 57	270	46.3±3.0	40.7±2.9	5.6±1.4	7.4±1.6	0.989	19.1
Миссия	133	36.9±4.3	43.6±4.3	10.5±2.7	9.0±2.4	0.999	0.95
Скипетр	287	31.4±2.7	46.3±2.9	12.5±1.9	9.8±1.7	0.989	20.1

Примечание: Критерии r и I рассчитаны между структурой микропопуляций (с посевов определенного сорта) и локальной популяцией черепашек (с региона, где произрастал сорт). Различия между популяциями значимы при $p > 0.999$ ($I > \chi^2 = 16.3$)

Сравнительный фенотипический анализ микропопуляций маврской и влаголюбивой черепашек, обитающих на посевах разных сортов яровой мягкой пшеницы в Алтайском крае, также показал тенденцию возрастания частоты встречаемости особей 1 и 3 морфотипов при более низких частотах встречаемости особей 2 морфотипа (табл. 2). Так, в фенообликах микропопуляций клопов, собранных с посевов сортов Степная нива, Степная волна, Алтайская 75, Алтайская 70 и Алтайская жница, численное преобладание особей 1 морфотипа достигает 44.4–52.7%, а частота встречаемости 2 морфотипа не превышает 25–29.8%. Наряду с этим отмечалось повышение частоты встречаемости клопов 3 морфотипа (до 17.9%) и снижение 4 морфотипа (до 7.8%). Статистически значимые различия между микропопуляциями клопов, собранных с посевов названных сортов, отсутствовали: r достигала 0.988–0.999, I составляла 1.11–13.75. В структуре микропопуляции клопов-черепашек, развивавшихся на посевах сорта Алтайская 325,

наблюдается снижение числа особей 1 морфотипа на 8.4% при одновременном увеличении доли особей 2 морфотипа на 2.9% и 4 морфотипа на 4.3%, по сравнению со средними параметрами популяции края. Оценка фенотипического сходства между микропопуляцией клопов, собранных с этого сорта, с микропопуляциями черепашек, обитающих на посевах сорта Алтайская жница, Алтайская 70 и Степная Нива, установила статистически значимые различия между ними ($r = 0.956$ – 0.977 , $I = 21.6$ – 39.1). Наиболее близкими по структуре микропопуляции клопов, обитавших на сорте Алтайская 325, оказались микропопуляции черепашек, собранные с сортов Алтайская 75 и Степная волна, которые значимо не отчислились по показателям фенотипического сходства: r – 0.99 и 0.988, I составил 11.3–11.8.

В структуре краснодарской микропопуляции вредной черепашки, питавшейся на сорте Васса, наблюдалось увеличение долей особей 1 (на 5%) и 2 (на 1.8%) морфотипов, при одновременном снижении доли особей 3 и 4 морфо-

типа на 1–5.8%, по сравнению со средними параметрами популяции Краснодарского края (табл. 2). Ростовская микропопуляция клопов, собранных с этого же сорта, характеризуется равным соотношением долей 1 и 2 морфотипа – 36.5%, при этом отмечается повышение частот встречаемости 3 морфотипа до 16.2% и снижение количества особей 4 морфотипа 10.8%. Кроме того установлено, что статистические различия между этим микропопуляциями вредной черепашки отсутствовали: $r = 0.997$, $I = 0.829$.

В структуре микропопуляций вредной черепашки, питающихся на сортах Станичная и Зерноградка 8 в Ростовской области, средняя частота клопов 2 морфотипа составляет 45.1–48.1%, а доля особей 1 морфотипа не превышает 34.4%. Наряду с этим в популяциях показано снижение минорных групп на 1.7–1.9%. Данные микропопуляции клопов были сходны между собой и статистически не различались ($r = 0.997$, $I = 2.4$). В фенооблике микропопуляции вредителя с посевов сорта Гром наблюдается сниже-

ние числа особей 1 морфотипа на 0.7% и 2 морфотипа на 7%, а также возрастание доли 3 морфотипа на 4.8% и 4 морфотипа на 1.6%, по сравнению со средними параметрами популяции области (табл.2). Сравнение внутривидовой структуры микропопуляции черепашки с посевов сорта Гром со структурами микропопуляций клопов, собранных с посевов сорта Станичная и Зерноградка 8, позволило выявить существенные различия между ними: $r = 0.975$ и 0.963 , $I = 29.04$ и 37.2 . Выявленные изменения в частотах встречаемости морфотипов в ростовских микропопуляциях вредителя при питании на разных сортах пшеницы характерны и для фенообликов микропопуляций клопов из Тамбовской области.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что современные сорта пшеницы, такие как Гром, Черноземка 115, Скипетр, Немчиновская 57 и Алтайская 325, индуцируют процессы диверсификации в локальных популяциях клопов-черепашек.

Заключение

Фенотипический анализ популяций клопов *Eurygaster* spp. в разных агробиоценозах позволил выявить скрытое генетическое разнообразие внутри популяции рода. Установлено, что в основных зерносеющих зонах РФ прослеживается диверсификация внутривидовой структуры популяций клопов, выражающаяся в отклонениях от средних параметров южно-степного евразийского экотипа, что свидетельствует о нарушениях структурно-функциональной организации агробиоценозов и преобразование эпигенетической системы рода.

Полученные нами данные свидетельствуют, что выявленные изменения во внутривидовой структуре популяций черепашек связаны с интенсивным воздействием на агробиоценозы пшеницы антропогенных факторов, в частности от активности использования на посевах инсектицидов и высеваемых сортов с разными иммунологическими особенностями. Наряду с этим показано, что отдельные сорта пшеницы (Гром, Черноземка 115, Скипетр, Немчиновская 57 и Алтайская 325) либо непосредственно индуцируют процессы диверсификации локальных популяций

клопов *Eurygaster* spp., либо совместно с инсектицидами усиливают суммарное селективное давление движущего отбора на популяции клопов.

Это подтверждает и фенотипический мониторинг внутривидовой структуры популяций клопов-черепашек из разных природно-климатических условий страны. Многолетние наблюдения показывают, что в результате изменений в технологиях возделывания пшеницы и интенсивности применения средств защиты растений в популяциях клопов из разных агробиоценозов происходит постепенные изменения их внутривидовой структуры до типичных параметров южно-степного евроазиатского экотипа, т.е. снижение средней доли особей 1 морфотипа и повышением доли особей 2 морфотипа.

Выявленные различия во внутривидовой структуре популяций клопов относятся к факторам индукции популяционной изменчивости клопов-черепашек, способствующим формированию внутривидовых форм, что очень важно учитывать при разработке систем интегрированной защиты растений от них.

Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в сборе материала сотрудникам Азовской НИЛ ВИЗР, Славянской опытной станции защиты растений, Алтайской токсикологической лаборатории ВИЗР и ГНУ Тамбовского НИИСХ.

Исследование выполнено по Государственному заданию ФГБНУ ВИЗР (проект № 665-2014-0004).

Библиографический список (References)

- Васильев А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии / А.Г. Васильев // Екатеринбург: Академкнига. 2005. 640 с.
- Васильев А.Г. Быстрые эпигенетические перестройки популяций как один из вероятных механизмов глобального биотенотического кризиса / А.Г. Васильев // Биосфера. 2009. Т. 1. N 2. С. 166–177.
- Васильев А.Г. Феногенетический мониторинг импактных растений и животных в условиях антропогенного пресса / А.Г. Васильев, И.А. Васильева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2009. Т. 3. N 8. С. 5–12.
- Васильев А.Г. Феногенетическая изменчивость и методы ее изучения / А.Г. Васильев, И.А. Васильева, В.Н. Большаков // Учебное пособие. Екатеринбург: Уральского университета. 2007. 279 с.
- Вилкова Н.А. Внутривидовая структура вредной черепашки в экосистемах Северо-Кавказского и Нижневолжского регионов РФ / Н.А. Вилкова, Л.И. Нефедова, А.В. Капусткина // Вестник защиты растений. 2014. N 4. С. 3–7.
- Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам / Л.А. Животовский // Фенетика популяций. М.: Наука. 1982. С. 38–44.
- Зейналов А.С. Экологические и фитосанитарные последствия изменения климата в насаждениях плодовых культур / А.С. Зейналов // Успехи современной науки. 2017. Т. 2. N 9. С. 94–100.
- Капусткина А.В. Внутривидовая структура локальных популяций вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) / А.В. Капусткина // Материалы съезда XV Русского энтомологического общества. Новосибирск: Гармонд. 2017. С. 227–228.
- Капусткина А.В. Внутривидовая структура локальных популяций вредной черепашки в Алтайском крае / А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова // Вестник защиты растений. 2015. N 3. С. 30–33.
- Капусткина А.В. К вопросу о вредоносности вредной черепашки. Внутривидовая структура популяций клопов при обработке посевов пшеницы инсектицидами / А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова // Евразийский союз ученых. 2016. N 32. С. 54–58.
- Павлошин В.А. Вредная черепашка: распространение, вредоносность, методы контроля. / В.А. Павлошин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Нефедова // Защита и карантин растений. 2010. N 1. С. 1 (53)– 32 (84).

Павлюшин В.А. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Неведова // СПб. 2013. 184 с.

Павлюшин В.А. Вредная черепашка и другие хлебные клопы / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Неведова, А.В. Капусткина // СПб. 2015. 280 с.

Павлюшин В.А. Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия / В.А. Павлюшин, С.Р. Фасулати, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Неведова // СПб. 2008. 120 с.

Фасулати С.Р. Индикация адаптивных процессов у вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) методами фене-

тики популяций / С.Р. Фасулати // Труды Ставропольского НИИСХ. Ставрополь: Аргус. 2005. С. 68–73.

Чайка В.Н. Проблемы массовых размножений насекомых. 1. Механизмы динамики популяций насекомых–фитофагов в концепциях эволюции генетического материала / В.Н. Чайка // Известия Харьковского энтомологического общества. 2002. Т. XI. Вып. 1–2. С. 250–262.

Шапиро И.Д. Иммуниет полевых культур к насекомым и клещам / И.Д. Шапиро // Л.: ЗИН АН СССР. 1985. 321 с.

Ясюкевич В.В. Влияние наблюдений и ожидаемого изменения климата на распространение насекомых / В.В. Ясюкевич, Е.А. Давидович // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. М.: ИГКЭ, 2010. Т. 23. С. 315–332.

Translation of Russian References

Vasiliev A.G. Epigenetic bases of phenetics: towards population meronomy / A.G. Vasiliev // Ekaterinburg: Akademkniga. 2005. 640 p. (In Russian).

Vasiliev A.G. Rapid epigenetic transformations of populations as probable mechanism of global biocoenotic crisis / A.G. Vasiliev // Biosfera. 2009. Vol. 1. N 2. P. 166–177. (In Russian).

Vasiliev A.G. Phenogenetic monitoring of plant and animal impact populations under anthropogenic environment press/ A.G. Vasiliev, I.A. Vasilieva // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. 2009. Vol. 3. N 8. P. 5–12. (In Russian).

Vasiliev A.G. Phenogenetic variability and methods of its study / A.G. Vasiliev, I.A. Vasilieva, V.N. Bolshakov // Uchebnoe posobie. Ekaterinburg: Uralskii universitet. 2007. 279 p. (In Russian).

Vilkova N.A. Intraspecific structure of sunn pest in ecosystems of the North Caucasian and lower Volga regions of the Russian Federation / N.A. Vilkova, L.I. Nefedova, A.V. Kapustkina // Vestnik zashchity rastenij. 2014. N 4. P. 3–7. (In Russian).

Zhivotovskij L.A. Indicators of population variability by polymorphic characteristics / L.A. Zhivotovskij // In: Fenetika populjacij. Moscow: Nauka. 1982. P. 38–44. (In Russian).

Zejalov A.S. Ecological and phytosanitary consequences of climate change in the plantings of fruit cultures / A.S. Zejalov // Uspekhi sovremennoj nauki. 2017. Vol. 2. N 9. P. 94–100. (In Russian).

Kapustkina A.V. Intraspecific structure of local populations of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) / A.V. Kapustkina // Materialy konferentsii XV Russkogo entomologicheskogo obshchestva. Novosibirsk: Garmond. 2017. P. 227–228. (In Russian).

Kapustkina A.V. Intraspecific structure of local populations of sunn pest in the Altai region / A.V. Kapustkina, L.I. Nefedova // Vestnik zashchity rastenij. 2015. N 3. P. 30–33. (In Russian).

Kapustkina A.V. To question on harmfulness of sunn pest. Intraspecific structure of bug populations at treatment of wheat crops with insecticides /

A.V. Kapustkina, L.I. Nefedova // Evrazijskij sojuz uchenykh. 2016. N 32. P. 54–58. (In Russian).

Pavlyushin V.A. Sunn pest: dispersal, harmfulness, methods of control / V.A. Pavlyushin, N.A. Vilkova, G.I. Sukhoruchenko, L.I. Nefedova // Zashhita i karantin rastenij. 2010. N 1. P. 1 (53)–32 (84). (In Russian).

Pavlyushin V.A. Phytosanitary destabilization of agroecosystems / V.A. Pavlyushin, N.A. Vilkova, G.I. Sukhoruchenko, L.I. Nefedova // Saint-Petersburg. 2013. 184 p. (In Russian).

Pavlyushin V.A. Sunn pest and other grain bugs / V.A. Pavlyushin, N.A. Vilkova, G.I. Sukhoruchenko, L.I. Nefedova, A.V. Kapustkina // Saint-Petersburg. 2015. 280 p. (In Russian).

Pavlyushin V.A. Anthropogenic transformation of agroecosystems and its phytosanitary consequences / V.A. Pavlyushin, S.R. Fasulati, N.A. Vilkova, G.I. Sukhoruchenko, L.I. Nefedova // Sankt-Peterburg. 2008. 120 p. (In Russian).

Fasulati S.R. Indication of adaptive processes in harmful bug *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) by methods of phenetics of populations / S.R. Fasulati // Trudy Stavropolskogo NIISKH. Stavropol: Argus. 2005. P. 68–73. (In Russian).

Chaika V.N. Problem of prediction of mass population outbreaks of insects. 1. Mechanisms of population dynamics of phytophagous insects as considered in several conceptions of genetic evolution / V.N. Chajka // Izvestija Kharkovskogo entomologicheskogo obshchestva. 2002. Vol. 11. N 1–2. P. 250–262. (In Russian).

Shapiro I.D. Immunity of field crops to insects and mites / I.D. Shapiro // Leningrad: ZIN AN SSSR. 1985. 321 p. (In Russian).

Yasyukevich V.V. Influence of observable and expected climate change on distribution of insects / V.V. Yasyukevich, E.A. Davidovich // In: Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem. Moscow: IGKE. 2010. Vol. 23. P. 315–332. (In Russian).

Plant Protection News, 2018, 3(97), p. 55–61

PHENOTYPIC MONITORING OF INTRASPECIFIC STRUCTURE OF *EURYGASTER* SPP. POPULATIONS IN VARIOUS AGROBIOCENOSES

A.V. Kapustkina

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

The purpose of the research was to study the phenotypic diversity of the populations of wheat bugs *Eurygaster* spp. in different soil and climatic conditions of Russia and changes in the intraspecific structure of their local populations under the influence of anthropogenic factors. Based on the methods of phenogenetics, an analysis and comparative study of the intraspecific structure of local populations of bugs in various agrobiocenoses of the Central Black Earth, North Caucasus and West Siberian Federal districts of the Russian Federation. Significant differences in the phenotypes of bug populations are revealed, which are manifested in a change in the ratio of occurrence frequencies of individual morphotypes. It was found that changes in the frequency of morphotypes of imagoes in populations of wheat bugs in this or other direction are associated with an intensive effect of grain crops of anthropogenic factors on agrobiocenoses. It is shown that such varieties of wheat as Grom, Chernozem 115, Skipetr, Nemchinovskaya 57 and Altajskaya 325 can induce diversification processes in local populations of wheat bugs. Phenogenetic monitoring of the structure of local populations of bugs from different agrobiocenoses showed a gradual change in their phenotypes toward typical parameters of the southern-steppe Eurasian ecotype.

Keywords: *Eurygaster integriceps*, *Eurygaster maura*, *Eurygaster austriaca*, *Eurygaster testudinaria*, soft wheat, phenogenetic structure, population, variety, insecticide, diversification.

Сведения об авторе

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация
Капусткина Александра Валерьевна. Научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: ydati@mail.ru

Information about the author

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
Kapustkina Aleksandra Valeryevna. Researcher, PhD in Biology, e-mail: ydati@mail.ru