

УДК: 591.492.571.15

ВНУТРИВИДОВАЯ СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

А.В. Капусткина, Л.И. Нефедова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Представлены результаты исследований внутривидовой структуры алтайской популяции вредной черепашки, развившейся на различных генотипах яровой пшеницы, и сравнительный анализ её фенооблика с типичными характеристиками южно-степного экотипа вида. Установлено, что в структуре алтайской популяции вредителя прослеживается диверсификация фенооблика, заключающаяся в изменении соотношения доли особей 1, 2, и 3 морфотипов при преимущественном преобладании особей 1 и 3 морфотипов, что может свидетельствовать о нарушениях структурно-функциональной организации агроэкосистем под воздействием некоторых антропогенных факторов.

Ключевые слова: Алтайский край, сорта пшеницы, вредная черепашка, фенооблик популяции, диверсификация, антропогенное воздействие.

Алтайский край – самая крупная сельскохозяйственная территория в азиатской части России. В крае присутствуют почти все природные зоны России – степь и лесостепь, тайга, горы и богатые речные экосистемы. Природно-климатические условия алтайской степи дают возможность получать зерно мягких и твердых сортов пшеницы высокого качества с повышенным содержанием клейковины [Юдин, 2006; Чеботаев, 2010; Официальный сайт органов власти Алтайского края, 2015].

Яровая пшеница является ведущей зерновой культурой в Алтайском крае, и от нее зависит экономическое положение подавляющего большинства производителей и переработчиков зерна [Третьякова, Матвеева, 2003]. Однако урожайность этой культуры остается низкой и ее потенциальные возможности реализуются всего на 30–40%. В Западной Сибири потери урожая яровой пшеницы от комплекса вредных организмов оцениваются в среднем в 30–35 %, а в годы их массового размножения могут достигать 60 % и более [Кулагин, Кудашкин, 2011].

Во многих регионах России огромный урон урожаю и качеству зерна пшеницы наносят хлебные клопы, среди которых по экономическому значению доминирует вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). Этот фитофаг снижает не только количество урожая, но и товарные, технологические, хлебопекарные свойства зерна, а также ухудшает посевные качества. Широкомасштабные химические обработки пшеницы, наряду с преимущественным высевом неустойчивых к вредной черепашке сортов зерновых, снизили эффективность биоценотического управления в агробиоценозах и тем самым способствовали подъему численности вредителя и повышению его вредоносности. Современный ареал вредителя превышает по площади ее первоначальный анцестральный ареал в 4–5 раз и продолжает расширяться в северо-восточном направлении под воздействием антропогенных и других факторов [Павлюшин и др., 2008, 2013].

Первые сведения о заселенности вредной черепашкой посевов зерновых культур в Алтайском крае появились в 1998 году. В последующие годы отмечался резкий рост численности вредителя и увеличение заселения площадей зерновых культур. В настоящее время сотрудники «Россельхозцентра» отмечают постепенное освоение клопами все новых районов. В 2012 году согласно данным филиала ФГУ «Россельхозцентр» в Алтайском крае клоп вредная черепашка отмечался в 34 районах края и заселял 26.86

тыс. га со средней численностью 0.7–7 экз./м². К 2013 году клопы выявлялись уже в 46 районах из 60, но заселенность вредителем посевов зерновых культур была несколько ниже по сравнению с 2012 годом и составила 26.08 тыс. га при средней численности черепашки 0.6–8 экз./м². В 2014 году распространение вредной черепашки оставалось на уровне прошлого года, клопы выявлялись на 25.6 тыс. га посевных площадей при их средней численности 0.6 экз./м² в 46 районах [Обзор фитосанитарного состояния посевов..., 2013, 2014, 2015].

Проблема видов, расширяющих свои видовые ареалы, за последние два десятилетия выдвинулась в число наиболее важных проблем охраны окружающей среды. Условия большинства современных биоценозов способствуют ускорению адаптационного генеза в популяциях наиболее изменчивых доминантных видов вредителей [Павлюшин и др., 2008, 2010], что проявляется в ускоренном отборе форм, адаптированных к тем или иным лимитирующим факторам среды. Исходя из этого возникает необходимость проведения фенотипического мониторинга, который позволит оценить состояние популяции вредной черепашки в “новой” среде обитания.

Известно, что в ходе развития организмы сталкиваются с большим разнообразием условий реализации их антимеров и метамеров, и по фенотипическому разнообразию популяций можно судить об их морфогенетической “широте нормы реакции” [Васильев, Васильева, 2009]. Для изучения адаптивной изменчивости популяций разных видов вредителей в новой среде обитания широко и эффективно используются методы фенотипики [Шварц, 1980; Яблоков, 1980, 1987; Васильев, 2005 и др.], позволяющие оценить состояние и изменчивость структуры видов на основе определения и сравнительного анализа их фенотипической структуры (фенооблика).

Методика анализа фенотипической структуры популяции основана на выявлении, изучении и учете частот встречаемости в природных популяциях дискретных наследственно обусловленных вариаций признаков – фенотипов, которые могут служить маркерами особенностей разных групп особей внутри вида. Таким образом, особенности фенотипической структуры популяции фитофагов являются показателем экологического состояния экосистем и могут служить индикатором при биомониторинге негативных процессов в экосистемах [Павлюшин и др., 2008, 2013].

Основная цель наших исследований состояла в изучении внутривидовой структуры алтайской популяции вредной черепашки, проведении сравнительного анализа её фенооблика с типичными характеристиками южно-степ-

ного экотипа и определении отличительных особенностей структуры этих популяций в различных природно-климатических зонах.

Материал и методы

Изучение фенотипической структуры локальных популяций вредной черепашки в Алтайском крае проводилось на выборках имаго клопов летнего поколения, завершивших полный цикл своего развития на сортах яровой пшеницы репродукции Алтайского НИИСХ (суперэлита) – Алтайская 325, Алтайская 70, Алтайская 75, Степная нива, Степная волна, Алтайская жница. В период вегетации на посевах была проведена одна обработка инсектицидом фатрин, КЭ (0.2 л/га). Общая выборка клопов составила 472 особи, в том числе развившихся на сорте Алтайская 325 – 78 особей; на сорте Алтайская 70 – 80 особей; на сорте Алтайская 75 – 76 особей; на сорте Степная нива – 83 особей; на сорте Степная волна – 76 особей; на сорте Алтайская жница – 79 особей. Анализ внутривидовой структуры популяций вредной черепашки был проведен на основе двух классов признаков: дискретных неметрических вариаций морфологических параметров рисунка щитка клопов и дискретных вариаций окраски верхней стороны тела клопов по четырем четко различаемым фенотипам

(морфотипам) [Павлюшин и др., 2008, 2013. Морфотип 1 – щиток с четко выраженным (контрастным) узором, цвет верхней стороны тела серо-коричневый; морфотип 2 – щиток с нечетко выраженным (малоконтрастным) 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). Описанные фены, маркирующие выделенные морфотипы, высокостабильны в онтогенезе клопов и не сцеплены с полом. Различия в структуре локальных популяций вредной черепашки на исследуемой территории проявляются в разных соотношениях частот отдельных морфотипов. Описание фенооблика популяций клопа было проведено на основе анализа частот описанных выше композиций фенов. С этой целью был рассчитан индекс генетического сходства между отдельными популяциями вида по методу Л.А. Животовского [1992], что позволяет оценить внутривидовую дифференциацию исследуемых популяций вредной черепашки.

Результаты исследований

Известно, что описанные 4 основных морфотипа характерны для всех географических популяций клопов. Различия в фенооблике проявляются лишь в соотношении частот встречаемости морфотипов в том или ином ареале. Так, в фенооблике популяций вредной черепашки в основных зерносеющих районах европейской части России и Западного Казахстана, составляющих своеобразное «центральное ядро» популяций вредителя, численно преобладают особи, принадлежащие к морфотипам 1 и 2 с доминированием особей 2 морфотипа; морфотипы 3 и 4 в структуре этих популяций присутствуют в значительно меньшем числе. По соотношению частот встречаемости особей двух доминирующих морфотипов (1 и 2) вредной черепашки в европейском фрагменте ареала прослеживается клинальная изменчивость фенооблика ее популяций – со снижением средней доли особей 2 морфотипа и повышением доли особей 1 морфотипа в северной части ареала [Павлюшин и др., 2008, 2010, 2013].

Учитывая территориальные особенности популяционного комплекса вида, был проведен сравнительный анализ параметров фенооблика алтайской популяции вредителя с характерными параметрами фенооблика южно-степного экотипа. Этот экотип характеризуется численным преобладанием доли особей 2 морфотипа (47–52%), доля особей 1 морфотипа составляет (32–37%); особей 3 и 4 морфотипов, соответственно, 11–21%.

Согласно полученным данным эти популяционные комплексы существенно различаются особенностями структуры популяций. Степень генетического сходства фенооблика южно-степного экотипа вредной черепашки и фенооблика алтайской популяции клопов низкая и составляет 0.755, или 75.5%. Степень генетического различия между морфотипами этих популяций находится на границе предельно допустимых параметров (0.17–0.22), что свидетельствует о существенных различиях структуры исследуемых популяций вредной черепашки, обитающей в различных природно-климатических зонах. Отличительной особенностью фенооблика алтайской популяции

черепашки, сформировавшейся в её вторичном ареале, являются отклонения в ту или иную сторону от значений частот морфотипов, типичных для южно-степного экотипа. По соотношению частот встречаемости морфотипов имаго алтайская популяция вредителя по сравнению с южно-степным экотипом характеризуется резким (в 3.6 раза) преобладанием доли особей 1 морфотипа над долей 2 морфотипа и значительным увеличением (до 26.3%) доли особей 3 морфотипа (рис. 1).

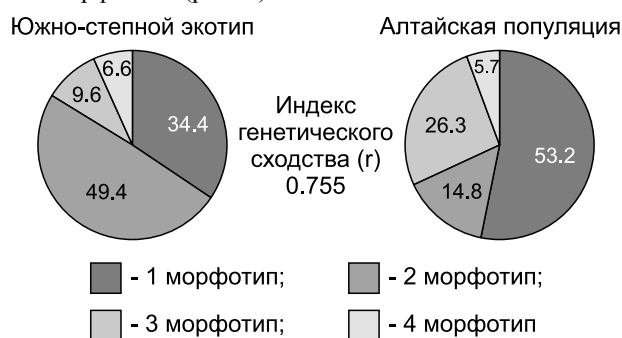


Рисунок 1. Сравнительная фенотипическая характеристика популяционной структуры вредной черепашки южно-степного экотипа и алтайской популяции клопа

Выявленные отклонения в частоте встречаемости морфотипов алтайской популяции от среднестатистических параметров фенооблика южно-степного евразийского экотипа отражают чувствительность клопов к различным биотическим и абиотическим факторам, сформировавшимся в природно-климатических условиях Алтайского края. Известно, что преобладание доли особей 1 морфотипа в выборках вредной черепашки является показателем стрессовых условий обитания вида или появления резистентных форм вредителя к применяемым в зоне инсектицидам.

Проведенные исследования показали, что структура алтайской популяции вредителя, обитающей на разных сортах яровой пшеницы, характеризуется проявлением генотипической стабильности в виде постоянства чис-

ла представленных 4 морфотипов. Индекс генетического сходства локальных популяций вредной черепашки на разных посевах яровой пшеницы высокий (0.955–0.999). Степень генетического различия между морфотипами этих популяций находится в пределах допустимых параметров

(0.17–0.22). Однако на этом фоне в локальных популяциях алтайской черепашки четко прослеживается тенденция к возрастанию 1 и 3 морфотипов и к снижению доли частот 2 морфотипа по сравнению с типичными популяциями южно-степного экотипа (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1. Показатель генетического сходства (г) локальных популяций вредной черепашки, обитающей на разных сортах яровой пшеницы [по Животовскому, 1992]

Сорт	Алтайская жница	Алтайская 325	Алтайская 70	Степная нива	Алтайская 75	Степная волна
Алтайская жница	XXX	0.987	0.967	0.977	0.96	0.955
Алтайская 325			0.986	0.988	0.97	0.965
Алтайская 70				0.997	0.995	0.988
Степная нива					0.995	0.995
Алтайская 75						0.998
Степная волна						XXX

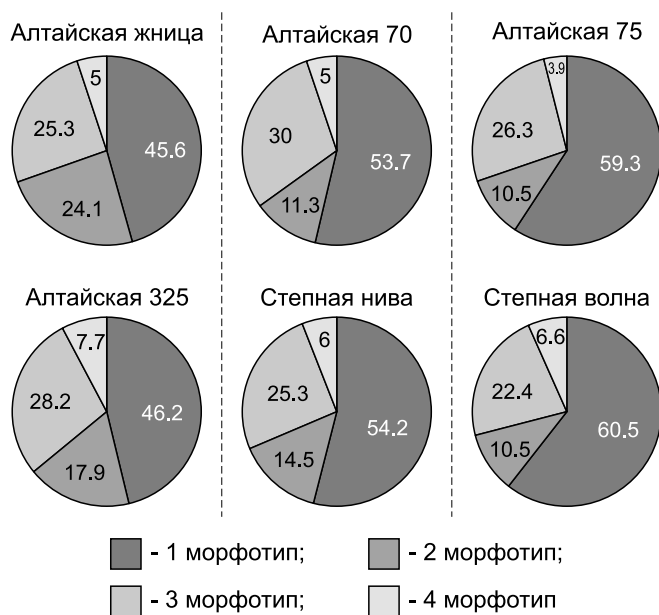


Рисунок 2. Особенности феногенетической структуры локальных популяций вредной черепашки из Алтайского края (2014г.)

По отношению частот отдельных морфотипов черепашки выделены 3 группы сортов. Первую составляют сорта Алтайская жница и Алтайская 325, на которых обитающая популяция клопов характеризуется наличием доли особей 1 морфотипа от 45.1% до 46.6%, доли осо-

бей 2 морфотипа 17.9–24.1%, доли особей 3 морфотипа 25.3–28.2%. Вторая группа – сорта Алтайская 70 и Степная нива. На этих сортах популяция клопов представлена долей особей 1 морфотипа от 53 до 54%, 2 морфотипа – 11–14.5%, 3 морфотипа – 25–30%. Популяция клопов, собранных с сортов Алтайская 75 и Степная волна (третья группа), характеризуется следующими показателями: 1 морфотип от 59 до 60.5%, 2 морфотип – 10.5%, 3 морфотип – от 22.4 до 26.3%.

Анализ структуры локальных популяций вредной черепашки в агроэкологических условиях Алтайского края показал специфику их эпигенетического ландшафта и ее отличия от типичных (средних) характеристик южно-степного евроазиатского экотипа вида. Можно полагать, что определенное значение в диверсификации популяций вредной черепашки имеют и высеваемые сорта яровой пшеницы. Как было отмечено выше, более высокие частоты встречаемости 1 морфотипа и, соответственно, более низкие частоты особей 2 морфотипа были отмечены на сортах Алтайская 75 и Степная волна. Следует отметить, что эти различия были выявлены на общем фоне применения инсектицида фатрин, КЭ (0.2 л/га). На основании этих данных можно предположить, что отдельные сорта из числа высеваемых в настоящее время в Сибирском регионе России совместно с инсектицидами могут индуцировать процессы диверсификации популяций вредной черепашки.

Заключение

Проведен сравнительный анализ внутривидовой структуры алтайской популяции вредной черепашки с фенотипическими характеристиками южно-степного экотипа вида;

– выявлено, что структура алтайской популяции вредителя характеризуется проявлением генетической стабильности – постоянства числа 4 выделенных морфотипов. Прослеживается диверсификация ее фенооблика в изменении соотношения доли особей 1, 2, и 3 морфотипов при

преимущественном преобладании особей 1 и 3 морфотипов;

– в локальных популяциях клопов, обитающих на разных сортах яровой пшеницы, также отмечено преобладание доли особей 1 и 3 морфотипов, и, соответственно, снижение доли особей 2 морфотипом, что может свидетельствовать о нарушениях структурно-функциональной организации агроэкосистем под воздействием некоторых антропогенных факторов.

Особую благодарность за предоставленный материал для исследований мы выражаем сотрудникам Алтайского НИИСХ Г.Я. Стецову и Г.Г. Садовникову.

INTRASPECIFIC STRUCTURE OF LOCAL POPULATIONS OF *EURYGASTER INTEGRICEPS* IN THE ALTAI TERRITORY

A.V. Kapustkina, L.I. Nefedova

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

The results of studying intraspecific structure of the Altai population of *Eurygaster integriceps* collected from different genotypes of spring wheat, and comparison of its phenotypes with typical characteristics of the southern steppe ecotype of the species are presented. It is established that the phenotype diversification is observed in the Altai pest population, consisting in the predominance of individuals of 1st and 3rd morphotypes (of four morphotypes revealed) that may indicate violations in the structural-functional organization of agroecosystems under the influence of some anthropogenic factors.

Keywords: Altai; wheat; variety; *Eurygaster integriceps*; phenotype; population; diversification; anthropogenic impact.

Библиографический список (References)

- Васильев А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии. Екатеринбург, Академкнига, 2005. 640 с.
- Васильев А.Г., Васильева И.А. Феногенетический мониторинг импактных растений и животных в условиях антропогенного пресса // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 2009. N 3. Т. 3. С. 5–12.
- Кулагин О.В., Кудашкин П.И. Эффективность комплексного применения пестицидов. // Защита и карантин растений, 2011. N 6. С. 23–24.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2012 году и прогноз развития вредных объектов в 2013 году. М.: 2013. С. 80–81.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2013 году и прогноз развития вредных объектов в 2014 году. М.: 2014. С. 112–114.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2014 году и прогноз развития вредных объектов в 2015 году. М.: 2015. С. 117–118.
- Официальный сайт органов власти Алтайского края. Краткая информация об Алтайском крае. 2015 <http://www.altairregion22.ru/territory/info/>
- Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И. Вредная черепашка: распространение, вредоносность, методы контроля // Защита и карантин растений. 2010. N 1. С. 53–84.
- Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И., Фасулати С.Р. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем. СПб.: НППЛ Родные просторы, 2013. 184 с.
- Павлюшин В.А., Фасулати С.Р., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И. Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия. СПб.: ВИЗР, 2008. 120 с.
- Третьякова М.Н., Матвеева Г.В. Качество зерна мягкой яровой пшеницы умеренно засушливой колочной степи Алтайского края // Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета. 2003. Вып. 2. С. 166–171.
- Чеботаев А.Н. Стратегическое направление развития АПК Алтайского края // Матер. V Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству», Барнаул: Алтайский государственный университет. 2010. С. 6–9.
- Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 278 с.
- Юдин А. Алтай (Алтайский край и Республика Алтай). М.: Изд-во: Вокруг света, 2006. 13 с.
- Яблоков А.В. Популяционная биология: Учеб. пос. для биол. спец. вузов. М.: Высшая школа. 1987. 303 с.
- Яблоков А.В. Фенетика. Эволюция, популяция, признак. М.: Наука, 1980. 135 с.

Translation of Russian References

- Chebotaev A.N. Strategic direction of development of agriculture of the Altai territory. In: Materialy V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu», Barnaul: Altaiskii gosudarstvennyi universitet. 2010. P. 6–9. (In Russian).
- Kulagin O.V., Kudashkin P.I. Efficiency of complex application of pesticides. Zashchita i karantin rastenii, 2011. N 6. P. 23–24. (In Russian).
- Official website of authorities of the Altai territory. Brief information about the Altai region. 2015. <http://www.altairregion22.ru/territory/info/>. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Vil'kova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I., Faculty S.R. Phytosanitary destabilization of agroecosystems. St. Petersburg: NPPPL Rodnye prostory, 2013. 184 p. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Vil'kova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I. Harmful bug: distribution, harmfulness, methods of control. Zashchita i karantin rastenii. 2010. N 1. P. 53–84. (In Russian).
- Pavlyushin V.A., Faculty S.R., Vil'kova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I. Anthropogenic transformation of agroecosystems and its phytosanitary consequences. St. Petersburg: VIZR, 2008. 120 p. (In Russian).
- Review of phytosanitary condition of crops in the Russian Federation in 2012 and forecast for development of harmful objects in 2013. Moscow: 2013. P. 80–81. (In Russian).
- Review of phytosanitary condition of crops in the Russian Federation in 2013 and forecast for development of harmful objects in 2014. Moscow: 2014. P. 112–114. (In Russian).
- Review of phytosanitary condition of crops in the Russian Federation in 2012 and forecast for development of harmful objects in 2015. Moscow: 2015. P. 117–118. (In Russian).
- Shvarts S.S. Ecological patterns of evolution. Moscow: Nauka, 1980. 278 p. (In Russian).
- Tret'yakova M.N., Matveeva G.V. Grain quality of soft spring wheat moderately dry outlier steppe of the Altai territory. Vestnik Altaiskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2003. Vyp. 2. P. 166–171. (In Russian).
- Vasil'ev A.G. Epigenetic bases of phenetics: on the way to population meronomy. Ekaterinburg, Akademkniga, 2005. 640 p. (In Russian).
- Vasil'ev A.G., Vasil'eva I.A. Phenogenetic monitoring of impact plants and animals in conditions of anthropogenic pressure. Nauchnye ведомosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki, 2009. N 3. V. 3. С. 5–12. (In Russian).
- Yablokov A.V. Phenetics. Evolution, population, trait. Moscow: Nauka, 1980. 135 p. (In Russian).
- Yablokov A.V. Population biology. Moscow: Vysshaya shkola. 1987. 303 p. (In Russian).
- Yudin A. Altai (Altai Krai and Altai Republic). Moscow: Vokrug sveta, 2006. 13 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург – Пушкин, Российская Федерация
 *Капусткина Александра Валерьевна. Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: ydati@mail.ru
 Нефедова Людмила Ивановна. Ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: Li-nefedova@yandex.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg – Pushkin, Russian Federation
 *Kapustkina Aleksandra Valeryevna. Senior Researcher, PhD in Biology, e-mail: ydati@mail.ru
 Nefedova Lyudmila Ivanovna. Leading Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: Li-nefedova@yandex.ru

* Responsible for correspondence