

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«Ульяновский государственный педагогический
университет имени И.Н.Ульянова»

**XXVI
ЛЮБИЦЕВСКИЕ
ЧТЕНИЯ**

Современные проблемы
эволюции и экологии

Ульяновск
2012

УДК 57+92
Л93

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Ульяновского государственного
педагогического университета
имени И.Н. Ульянова

Любищевские чтения – 2012.

Л93 Современные проблемы эволюции. Сборник материалов
международной конференции (Ульяновск, 5–7 апреля 2012 г.)
- Ульяновск: УлГПУ, 2012. – 346 с.

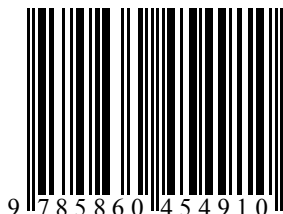
ISBN 978-5-86045-491-0

Оргкомитет: Р.Г. Баранцев (Санкт-Петербург), Р.М. Зелеев
(Казань), А.Б. Савинов (Нижний Новгород),
А.В. Масленников (Ульяновск), Е.А. Артемьева
(Ульяновск), О.Ю. Марковцева (Ульяновск), О. Е.
Бородина (Ульяновск), С.А. Малявин (Санкт-Петербург)

Представлены тексты докладов очередных XXVI Чтений памяти
А.А. Любищева.

Статьи публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-86045-491-0



© Оргкомитет Любищевских чтений, 2012

paper analyzes the supply bulls in the spring and summer 2008-2009. And also examines the role of gobies in the diet of commercial fish species.

Титар В.М., Некрасова О.Д.
ЭКОЛОГО-ЭВОЛЮЦИОННОЕ СТАНОВЛЕНИЕ АДВЕНТИВНОГО
ВИДА (НА ПРИМЕРЕ *HARMONIA AXYRIDIS* (COLEOPTERA:
***COCCINELLIDAE*)**

Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины, Киев
vtytar@gmail.com, oneks@mail.ru

Введение. По заключениям международных экспертов инвазии чужеродных видов в глобальном масштабе являются второй по значимости (после антропогенного загрязнения среды) причиной вымирания аборигенных видов и потери биоразнообразия (Assessment ..., 2001). Появление и быстрое распространение новых инвазивных видов – актуальная как в экологическом, так и в эволюционном аспектах задача, т.к. их широкое расселение приводит к формированию дериватных сообществ обедненного состава, что отрицательно сказывается на биоразнообразии того или иного региона. При этом меняются условия и векторы отбора для всего комплекса взаимодействующих видов, включая не только аборигенный его состав, но чужеродных элементов.

Определение механизмов микроэволюции инвазионных видов при внедрении в естественные сообщества является особенно актуальным в связи с возрастанием антропогенного воздействия и прогрессирующим увеличением доли нарушенных и квазиприродных местообитаний. В настоящее время не вызывает сомнения, что темпы эволюции конкретного вида зависят от взаимодействия биологических особенностей вида, географических, климатических и экологических условий среды. Сочетание этих факторов может приводить к эволюционным изменениям, которых еще предстоит изучить. В качестве модельного объекта подобного исследования мы рассматриваем одного из представителей божьих коровок (*Coleoptera: Coccinellidae*) – арлекина *Harmonia axyridis*.

Интерес к 19-точечной божьей коровке (или арлекина) в последнее время особенно возрос в связи с инвазией вида и его чрезвычайно быстрым распространением, начиная с конца прошлого века, в Северной Америке и в Европе (Brown et al., 2008). Родиной жука является Восточная Азия - Китай и часть Сибири. Сначала жук был завезен в ряд стран Западной Европы для использования в качестве агента биологической борьбы с тлями, которые наносят вред культурным растениям. Установлено, что в естественной среде *H. axyridis* составляет существенную конкуренцию аборигенным видам кокцинеллид. Кроме того, жуки могут повреждать яблоки, груши и виноград. Поэтому в Глобальной базе данных инвазионных видов *H. axyridis* отмечен среди 100 наиболее опасных. В другом аспекте вид может представлять беспокойство человеку тем, что жуки могут в массе забиваться для зимовки в жилые помещения, кусать людей и вызывать аллергические реакции. В Украине поселения жуков обнаружены в Киеве (Некрасова, Титар, 2009) и его окрестностях, и в Закарпатье (Береговое, Чоп) (Marko, Poszgai, 2009). Новейшие находки имеются с окрестностей Мукачево (А. Мирутенко, 2010, уст. сообщ.),

территории Шацкого национального природного парка (В. Кравченко, 2010, уст. сообщ.), Львова (И. Сиренко, 2011, уст. сообщ.), дельты Дуная (остров Птичий, устье гирла Быстрое) и Сухого лимана вблизи Одессы (О. Некрасова, 2011, неопубл. данные).

Поскольку процесс продвижения арлекина еще, по нашему мнению, продолжается, интересен прогноз его границ, в частности в Восточной Европе, и анализ состояния популяции вида на крайних в данное время его «форпостах», взяв для примера Киев.

Материал и методика. Для углубленного анализа распространения видов в последнее время создаются соответствующие компьютерные модели. При этом используется новейшая технология геоинформационных систем (ГИС). Прогноз распространения видов на основе этих моделей стал важным компонентом в планировании мероприятий, направленных на минимизацию ущерба от адвентивных видов (Peterson, 2003; Peterson, Vieglais, 2001). Для этого разработаны различные подходы и методические алгоритмы, которые нашли свое компьютерное воплощение в соответствующем программном обеспечении. В большинстве случаев эти модели базируются на особенностях связей между параметрами окружающей среды в известных из литературных источников и собственных исследований местах пребывания вида. Это так называемый корреляционный подход. Этим выясняется комплекс условий, благодаря которым популяции этого вида могут существовать, а пространственное распределение мест, где условия складываются именно в такой комплекс, рассматривается как модель ареала этого вида.

Методически это выглядит так. В компьютерную программу (использовано программное обеспечение *DIVA GIS*, <http://www.diva-gis.org>) вводятся геокодированные точки, откуда вид известен. На основе информации, содержащейся в отдельных электронных слоях (а каждый параметр, например, среднегодовая температура по интересующей нас территории, представлен отдельным слоем), составляется модель экологической ниши, где комбинируются значения различных факторов окружающей среды, в пределах которых вид может существовать. Далее, возвращаясь в географическую плоскость процесса моделирования, происходит поиск на электронной карте территорий (с учетом тематических слоев), где имеющаяся комбинация (то есть, ниша) присутствует. Совокупность этих территорий и составляет модель ареала. При этом нами использовано 19 тематических слоев, которые представляют набор биоклиматических параметров (см. <http://www.worldclim.org>). Поскольку регистрации *H. axyridis* распределены неравномерно, мы использовали случайную выборку из 261 геокодированных регистраций местонахождений вида из Азии, Европы и Северной Америки. Экологическую нишу *H. axyridis* характеризовали по всем 19 представленным биоклиматическим параметрам. Ниши с разных частей современного ареала вида сравнивали методом неметрического многомерного шкалирования (*PAST*, <http://folk.uio.no/ohammer/past/index.html>).

Состояние популяции арлекина в Киеве оценивали по его фенотипическому составу и динамике. За трехлетний период (осень 2009, весь вегетационный сезон 2010 и 2011 гг.) было обнаружено и исследовано около 49 поселений арлекина в городе и его окрестностях. При этом регистрировали все обнаруженные особи с помощью цифрового фотоаппарата *Olympus SP570UZ*,

часть особей была собрана для коллекции Института зоологии НАН Украины. Обработано 3500 экз. жуков. Изучали фон и окраска надкрылий за стандартными методами (Блехман, 2009). Картографическое сопровождение осуществлялось с помощью программы *OziExplorer v.3.95.4m*. Статистическую обработку проводили в среде *Statistica for Windows v.8.0*.

Результаты. Опираясь на представления о консервативности экологической ниши (Wiens, Graham, 2005) можно ожидать, что виды, которые попали на новую территорию, будут соблюдать те же экологические «правила», что и на родине. Моделирование экологической ниши показало, что многомерная модель европейской популяции арлекина действительно является элементом модели экологической ниши вида с территории азиатского (т.е. нативного) ареала. Так, экологическую нишу вида из различных частей его современного ареала можно графически представить полигонами, охватывающими крайние точки каждой из этих частей (рис.1). При этом самый большой полигон, который почти полностью покрывает все остальные, отвечает азиатской части ареала, меньший – американской, а еще меньший – европейской. С одной стороны это является следствием того, что в Европу арлекины попали из ограниченного пула (скорее всего особей завезли из Китая), а с другой – является свидетельством отсутствия специфических адаптивных процессов к новым условиям обитания (или же их крайне низкий темп).

Картографическая модель указывает, что распространение *H. axyridis* может продолжиться в Европе в восточном направлении. Вид, как указывалось, уже попал на территорию Украины, где теоретически всюду для него имеются условия. При этом они более оптимальны в западном регионе, где арлекин может распространиться по крайней мере на большей части Львовской и Закарпатской областей, частично Ивано-Франковской и Черновицкой, отдельные популяции вида могут оказаться в больших городах (как это произошло в Киеве), но и не исключено его дальнейшее продвижение на восток. Имеются условия для его обитания в Крыму (на южном макросклоне Крымских гор и южном побережье).

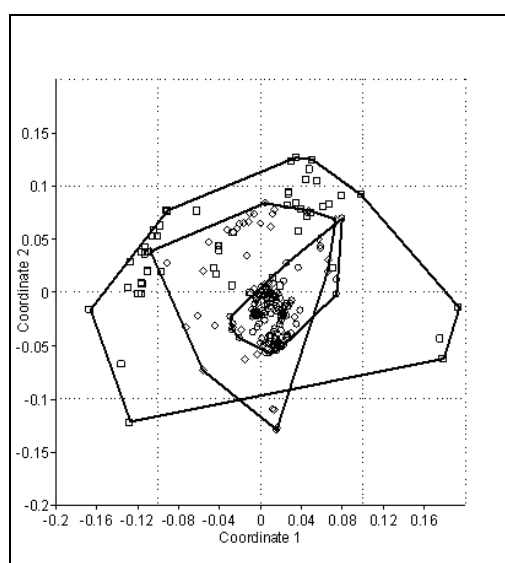


Рис. 1. Экологическая ниша *Harmonia axyridis* из разных частей ареала вида в пространстве двумерной координатной системы, полученной методом неметрического многомерного шкалирования (см. пояснения в тексте).

Прогнозируемые на 2050 г. климатические изменения могут несколько модифицировать эту картину: усилится присутствие вида в западном регионе страны и ослабится – в Крыму (в том случае, если он вообще туда попадет через «островной» характер территории и действенность карантинных мероприятий, если они будут заранее предприняты).

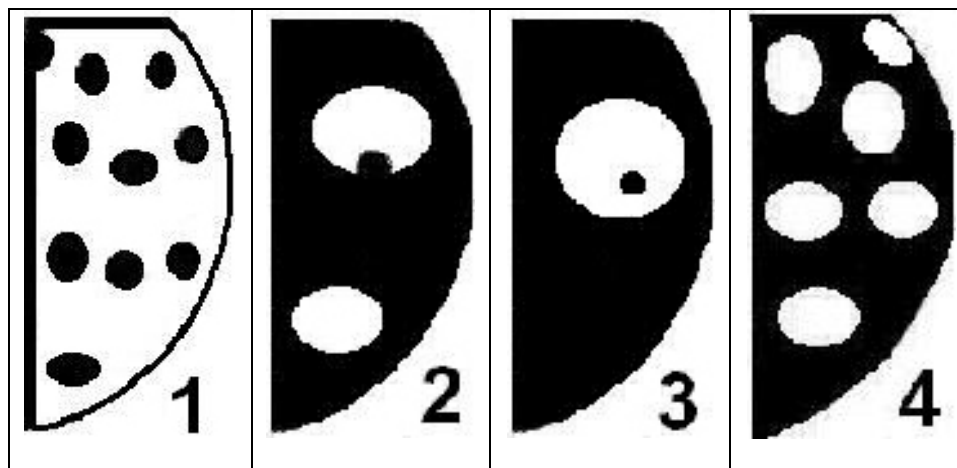


Рис. 2. Основные формы *Harmonia axyridis*: 1 - *succinea* (s), 2 - *spectabilis* (Sp), 3 - *conspicua* (C), 4 - *axyridis* (Ax), расположены по степени встречаемости.

Изучение особей из Киева показало, что окраска фона надкрыльев представляет собой серию переходов от светлых (желтых или красных) форм до черных с одним или пятью светлыми пятнами на надкрыльях (рис. 2). Основные типы рисунка определяются комбинациями четырех обычных аллелей серии, располагающихся по порядку доминирования следующим образом: *conspicua* (C) > *spectabilis* (Sp) > *axyridis* (Ax) > *succinea* (s). В связи с этим дальнейший анализ выборок проводился с учетом распределения четырех реальных фенотипических классов: *conspicua*, *spectabilis*, *axyridis* и *succinea*, полученных при объединении соответствующих гомо- и гетерозиготных по аллелю *succinea* фенотипов (Блехман, 2009).

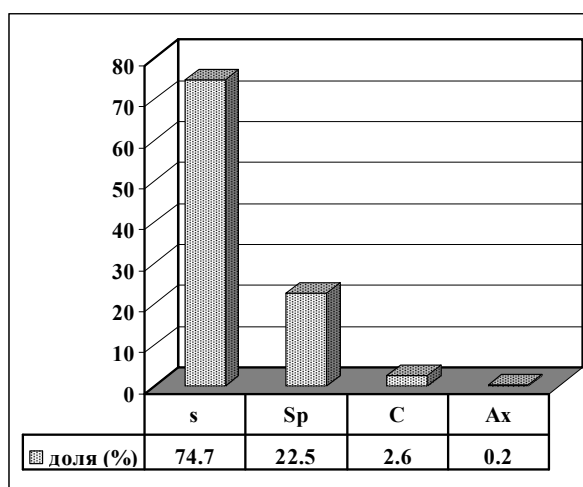


Рис. 3. Соотношение долей (%) разных форм арлекина в популяциях Киева за трехлетний период 2009, 2010, 2011 гг. (подписи см. на рис.2).

За весь период исследования в целом наблюдалось стабильное процентное соотношение форм коровок (рис. 3). Наибольшую долю во всех поселениях составляет светлая форма – *succinea* (72-80%), реже встречается *spectabilis* (19-25%), еще реже – *conspicua* (1,9-3,4%) и *axyridis* – 0-0,4% (в 2010 г. форма отсутствовала).

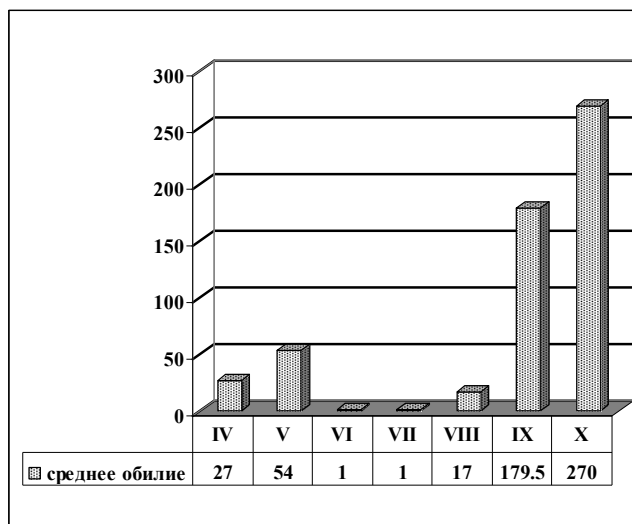


Рис. 4. Среднее обилие (экз.) арлекина в модельных популяциях Киева по месяцам (IV-X); данные наблюдений за 2011 г.

Во временном аспекте наблюдается тенденция к снижению численности *H. axyridis*. На модельных территориях Киева, где наблюдались массовые появления этих жуков, в 2010 г. численность снизилась в сотни раз, что может быть следствием суровой предшествующей зимы. Жуки не были найдены, несмотря на то, что свида (*Swida sanguinea*) – основной вид растения, на котором они обнаружены – была в значительной мере покрыта тлей (ипподром в Киеве, район Куреневка и др.). Годовая динамика (рис.4) среднего обилия как раз указывает на повышенную смертность вида за время зимовки. Весной 2011 г. в небольшом количестве жуки снова были обнаружены на территории Киева, а осенью наблюдалась вспышка численности и произошло расширение ареала. Это, возможно, является следствием того, что арлекин натурализовался в данном регионе. Кроме того, особи были также найдены на клене, липе, каштане и крапиве (центр Киева), а на островах Днепра – на плакун-траве (*Lythrum salicaria*).

Заключение. Модель ниши для адвентивного вида может быть разработана, основываясь на регистрациях, сделанных в рамках нативного ареала, а затем спроектирована на территории, где вид гипотетически мог бы существовать. Также можно пользоваться регистрациями особей и соответствующими корреляциями между ними и параметрами окружающей среды на территории, которая уже захвачена инвазивным видом. В обоих подходах есть смысл, поскольку модели, опирающиеся на данные из нативного ареала, основаны на видении того, что вид находится в состоянии равновесия с условиями окружающей среды, а потому наиболее полно описывают его реализованную нишу. При другом подходе модели дают шанс учесть возможные быстрые эволюционные или модификационные сдвиги, которые могли произойти после интродукции вида. Относительно *H. axyridis* можно

констатировать, что подобные сдвиги пока не состоялись. Сейчас можно считать, что этот вид скорее натурализовался в Киеве и его окрестностях, о чем может свидетельствовать его стабильная фенотипическая структура; вместе с тем зимние условия лимитируют его численность.

Литература

Блехман А.В. Внутрипопуляционная и географическая изменчивость широкоареального вида *Harmonia axyridis* Pall. по комплексу полиморфных признаков: автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.15 / Блехман Алла Вениаминовна; [Место защиты: Ин-т биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН] Москва, 2009. 24 с.

Некрасова О.Д., Титар В.М. Обнаружение божьей коровки арлекина, *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae), в Киеве // Вестн. зоол.– 2009.– Т.43.– №6.– С.538.

Assessment and management of alien species that threaten ecosystems, habitats and species// CBD Technical Paper. – №1. – 2001.– 123 p.

Brown P. M. J., Adriaens T., Bathon H. et al. *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non– native coccinellid // BioControl.– 2008.– Vol.53.– No.1.– P.5–21.

Marko V., Poszgai G. Spread of harlequin ladybird (*Harmonia axyridis* Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae) in Hungary, and the first records from Romania and Ukraine // Novenyvedelem.– 2009.– Vol.45.– No.9.– P.490–492.

Peterson A.T. Predicting the geography of species' invasions via ecological niche modeling // Quarterly Review of Biology.– 2003.– Vol.78.– No.4.– P.419–433.

Peterson A.T., Vieglais D.A. Predicting species invasions using ecological niche modeling // BioScience.– 2001.– Vol.51.– No.5.– P. 363–371.

Wiens J.J., Graham C.H. Niche conservatism: integrating evolution, ecology and conservation biology// Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics.– 2005.– Vol.36.– P. 519–539.

Резюме

Построена модель экологической ниши *Harmonia axyridis* и сделан прогноз распространения вида в Украине. При этом у вида пока не наблюдается специфических адаптивных процессов к новым условиям обитания. Предполагается, что вид натурализовался в Киеве и его окрестностях.

Summary

Niche modeling has been applied to *Harmonia axyridis* and a species distribution model makes predictions of the species' occurrence in Ukraine. In the meantime the species reveals no specific adaptations to the new environment. It is argued that the species has naturalized in Kyiv and its surroundings.

Удалов М.Б.
ГОЛОЦЕН – ВОЗМОЖНОЕ ВРЕМЯ СТАНОВЛЕНИЯ
КОЛОРАДСКОГО ЖУКА КАК ВИДА

Институт биохимии и генетики УНЦ РАН, Уфа
udalov-m@yandex.ru

Центром происхождения колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say считают территорию, ограниченную восточными склонами Скалистых гор и северными районами современной Мексики [2]. На данный момент нет определённого мнения относительно возраста этого вида. Имеются предположения о молодости рода *Leptinotarsa* и о том, что ряд видов, в том числе и *L. decemlineata*, дифференцировались недавно. Согласно одной из версий, это произошло в конце XVII – начале XVIII века [5]. Более правдоподобной кажется точка зрения Р.С. Ушатинской, считавшей, что становление колорадского жука как вида шло в антропогене, возможно, даже в голоцене [1, 2].

После первых работ в этой области [2, 5] дальнейшие исследования почти не проводились. Появившиеся в последние десятилетия методы ДНК-анализа успешно применяются для решения различного рода проблем. Так, в филогенетике человека с помощью изучения митохондриальной ДНК (мтДНК) проводят реконструкции этапов эволюции и расселения вида. Современные методы, основанные на сравнении последовательностей мтДНК, позволяют не только установить таксономические взаимоотношения видов, но и оценить время их дивергенции.

На данный момент просеквенирован фрагмент мтДНК, содержащий 3'-конец гена *coxI*-тРНК-*Leu*-5'-конец гена *coxII* [4]. Основываясь на депонированных в базы данных DDBJ/EMBL/GenBank нуклеотидных последовательностях данного фрагмента, мы попытались рассчитать время существования вида. Для расчета относительного времени существования вида нами использовалась программа Network [3].

Компьютерный анализ представленных в GeneBank`е 109 образцов фрагмента мтДНК колорадского жука позволил нам рассчитать относительное время существования вида на основе дивергенции митотипов: порядка 10000 ± 917 лет, что соответствует эпохе голоцена и согласуется с предположением, высказанным на основе морфологических данных [2]. Завершающееся к тому времени Висконсинское оледенение (последнее четвертичное в Северной Америке) позволило флоре и фауне начать свое продвижение на север континента, осваивая новые территории.

Работа была выполнена в рамках проектов, поддержанных РФФИ (гранты № 11-04-01886-а и 11-04-97022-р_поволжье_а).

Литература

1. Удалов М.Б., Беньковская Г.В. Популяционная генетика колорадского жука: от генотипа до фенотипа // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2011. - Т. 15. - № 1. - С. 156-172.
2. Ушатинская Р.С. Колорадский картофельный жук. - М.: Наука, 1981. - 377 с.