

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕНЕТИКА ЖУКОВ РОДА *ADALIA*: СОСТАВ КРЫМСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ *A. BIPUNCTATA* ЗАВИСИТ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

© И.А. Захаров, А.В. Рубанович

ФГБУН «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова» РАН, Москва

Для цитирования: Захаров И.А., Рубанович А.В. Экологическая генетика жуков рода *Adalia*: состав крымских популяций *A. bipunctata* зависит от климатических факторов // Экологическая генетика. — 2018. — Т. 16. — № 1. — С. 45–48. doi: 10.17816/ecogen16145-48.

Поступила в редакцию: 12.02.2018

Принята к печати: 12.03.2018

✿ Изучен состав 12 популяций *Adalia bipunctata* L. Крымского полуострова. Доля черных особей в них изменяется от 4,8 до 64,6 %. Сопоставление состава популяций с климатическими особенностями мест обитания показало, что доля черных особей в популяции положительно коррелирует с влажностью в период размножения (май–июль) и отрицательно со средними температурами этих месяцев.

✿ **Ключевые слова:** *Adalia bipunctata*; меланизм; популяции; температура; влажность.

ECOLOGICAL GENETICS OF BEETLES OF THE GENUS *ADALIA*: POPULATION STRUCTURE OF *A. BIPUNCTATA* OF THE CRIMEA DEPENDS ON CLIMATIC FACTORS

© I.A. Zakharov, A.V. Rubanovich

N. Vavilov Institute of General Genetics, RAS, Moscow, Russia

For citation: Zakharov IA, Rubanovich AV. Ecological genetics of beetles of the genus *Adalia*: population structure of *A. bipunctata* of the Crimea depends on climatic factors. *Ecological genetics*. 2018;16(1):45-48. doi: 10.17816/ecogen16145-48.

Received: 12.02.2018

Accepted: 12.03.2018

✿ The composition of 12 populations of *Adalia bipunctata* L. of the Crimean peninsula was studied. The proportion of black individuals varies from 4.8% to 64.6%. Comparison of the composition of color forms with climatic parameters of habitats showed that the proportion of black individuals in the population positively correlates with the value of moisture during the period of reproduction of beetles (May-July) and negatively correlates with the mean temperatures of these months.

✿ **Keywords:** *Adalia bipunctata*; melanism; population; temperature; moisture.

ВВЕДЕНИЕ

Двухточечная божья коровка *Adalia bipunctata* является популярным объектом эколого-генетических исследований, что обусловлено повсеместным распространением жуков этого вида в зоне умеренного климата Старого и Нового Света и легко учитываемым полиморфизмом по окраске надкрылий, определяемым серией множественных аллелей одного гена [1]. Присутствие во всех популяциях нескольких морф, объединяемых в группы «красные» и «черные», позволило сравнить состав популяций, обитающих в разных экологических условиях, и выявить те факторы, которые влияют на соотношение разных морф [2–6]. Хотя в некоторых случаях отмечена четкая зависимость состава популяции от условий ее обитания (климатических или антропогенных [3, 4]), в других случаях факторы, определившие тот или иной состав популяции, остаются не вскрытыми. В свое время Я.Я. Лусис показал, что на территории Крымского полуострова обитают популяции, доля черных особей в которых различается в 10 раз [2]. В настоящей работе мы попытались определить, зависит ли состав популяции на этой территории от климатических факторов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сборы адалий в Крыму проводили с 1986 по 2017 г. За исключением сбора 1986 г., сделанного в сентябре, во все остальные годы жуков собирали в июне, то есть в период их активного размножения. Собирали имаго и куколки, из последних в лабораторных условиях выводили имаго. Таким образом, выборки состояли из перезимовавших особей и первого летнего поколения.

В сборах учитывали следующие морфы: *typica*, *anulata*, *6-pustulata*, *4-maculata* и черные прочие; к последней группе относили в основном жуков с незавершенной пигментацией, у которых было трудно определить фенотип. Генетическая природа основных морф хорошо известна [1], все они определяются множественными аллелями одного гена; при этом черная окраска надкрылий является доминантным признаком. При статистическом анализе данных объединяли морфы *typica*, *anulata* в группу красных, морфы *6-pustulata*, *4-maculata* и черные прочие — в группу черных, или меланистов.

Данные о климатических особенностях пунктов в Крыму, где производился сбор адалий, были взяты на сайте Яндекс-погода (www.yandex.ru/pogoda/).

Были выбраны следующие показатели: средняя температура и средняя влажность месяцев, когда происходит размножение (май—июль), средняя температура и средняя влажность зимних месяцев (декабрь—февраль), количество осадков за год и число солнечных дней в году.

С помощью программы SPSS был проведен корреляционный и регрессионный анализ данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В пунктах, где производили повторные сборы в разные годы, был показан стабильный состав популяций (табл. 1). Сведения о климатических особенностях мест сборов приведены в табл. 2.

С помощью программы SPSS был проведен корреляционный и регрессионный анализ данных. Определе-

Таблица 1

Места сборов и состав популяций *Adalia bipunctata* в Крыму

Table 1

Locations of the sampling sites and composition of populations of *Adalia bipunctata* in the Crimea

№	Место сбора	Год сбора	<i>n</i>	Доля черных, % *
1	Красноперекоск	1991	22	_{0,1} 4,6 _{22,8}
2	Симферополь	1991	130	_{8,4} 13,8 _{21,0}
		2017	55	_{7,8} 16,4 _{28,8}
3	Керчь	2017	177	_{9,8} 14,7 _{20,8}
4	Феодосия	2017	116	_{3,6} 7,8 _{14,2}
5	Алушта	1992	150	_{14,5} 20,7 _{28,0}
6	Гурзуф	1991	162	_{22,2} 29,0 _{36,7}
		1997	64	_{21,6} 32,8 _{45,7}
7	Никитский бот. сад	1991	92	_{23,2} 32,6 _{43,2}
8	Ялта	1986	127	_{55,6} 64,6 _{72,9}
		1992	130	_{55,8} 64,6 _{72,8}
		1997	466	_{55,5} 60,1 _{64,6}
9	Алупка	1991	111	_{54,3} 64,0 _{72,9}
10	Симеиз	1992	186	_{55,0} 62,4 _{69,4}
11	Севастополь	1997	329	_{20,9} 25,5 _{30,6}
12	Евпатория	1992	110	_{18,4} 26,4 _{35,6}

* нижним индексом указаны левые и правые 95 % доверительные интервалы (точный тест Фишера)

Таблица 2

Параметры климата мест сборов *Adalia bipunctata*

Table 2

Climate parameters of *Adalia bipunctata* sampling sites

№	Место сбора	Средн. <i>t</i> лета	Средн. <i>t</i> зимы	Влажность летом, %	Влажность зимой, %	Кол-во осадков за год, мм	Число солнечных дней в году
1	Красноперекоск	26,7	4,0	51,3	81,0	464	131
2	Симферополь	23,0	2,7	59,0	87,7	814	122
3	Керчь	23,0	4,3	61,7	81,3	509	158
4	Феодосия	24,7	4,7	55,3	80,7	397	147
5	Алушта	22,0	3,7	61,7	86,3	687	127
6	Гурзуф	22,3	5,0	61,3	80,7	411	150
7	Никитский бот. сад	21,3	4,7	63,0	82,3	491	148
8	Ялта	21,3	4,7	63,0	82,3	491	148
9	Алупка	21,3	4,7	63,7	82,7	536	151
10	Симеиз	21,3	4,7	63,7	82,7	536	151
11	Севастополь	22,7	5,7	61,3	78,0	453	163
12	Евпатория	25,3	5,3	55,0	79,0	392	161

Таблица 3

Корреляция Пирсона частоты черных особей в популяции и параметров погоды летних и зимних месяцев

Table 3

Values of Pearson correlation coefficient between the frequency of black individuals in the population and weather parameters of summer and winter months

Показатели	% черных	Ср. <i>t</i> лета	Ср. <i>t</i> зимы	Влажность лета	Влажность зимы
% черных особей <i>p</i> -value	1	-0,716 0,009	0,321 0,309	0,695 0,012	0,030 0,925
Средняя <i>t</i> лета <i>p</i> -value	-0,716 0,009	1	-0,060 0,852	-0,982 0,000	-0,343 0,275
Средняя <i>t</i> зимы <i>p</i> -value	0,321 0,309	-0,060 0,852	1	0,127 0,693	-0,887 0,000
Влажность лета <i>p</i> -value	0,695 0,012	-0,982 0,000	0,127 0,693	1	0,251 0,432
Влажность зимы <i>p</i> -value	0,030 0,925	-0,343 0,275	-0,887 0,000	0,251 0,432	1

ние парных корреляций показало, что средняя температура и влажность как летних, так и зимних месяцев достоверно скоррелированы друг с другом; имеет место также корреляция выбранных параметров, характеризующих погоду зимних месяцев и всего года. Что касается состава популяции (доли черных особей), то эта величина показала достоверную корреляцию только с параметрами погоды в период размножения (летних месяцев); зависимости от характеристик погоды зимних месяцев (как и всего года) нет (см. табл. 3).

Множественный регрессионный анализ (процедура Stepwise) определил как значимый предиктор только среднюю температуру лета. С использованием этого предиктора получаем следующую регрессионную модель:

$$y = (230 \pm 61,6) - (8,7 \pm 2,68) x,$$

где x — средняя температура летних месяцев, y — доля черных особей в популяции (рис. 1).

Таким образом, проведенное исследование показало, что состав популяций *Adalia bipunctata* в Крыму определяется климатическими условиями периода размножения. Известно, что черные особи прогреваются сильнее, чем красные [7, 8], и, соответственно, либо могут иметь преимущество в более холодном климате, либо в результате перегрева снижают жизнеспособность в условиях более высоких температур. На территории европейской части России, где климат существенно холоднее, чем в Крыму, большинство популяций показывает долю черных особей от 5 до 10 % [6]. Поэтому кажется маловероятным, что именно температура на Южном берегу Крыма, более низкая, чем в степной его части, обуславливает столь значительное накопление черных особей. Я.Я. Лусис предположил, что накоплению в популяции черных особей способствует морской, более влажный климат [2]. Для небольшой

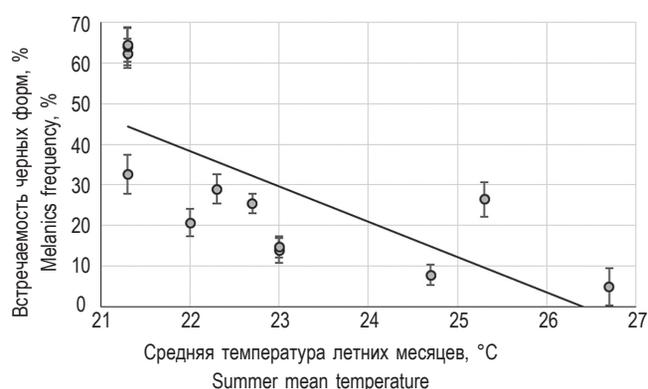


Рис. 1. Зависимость состава популяции от средней температуры летних месяцев

Fig. 1. Dependency of population structure of *Adalia bipunctata* on the mean temperature of summer months

части Норвегии это было подтверждено тщательно проведенным популяционным и статистическим анализом [3]. В связи со сказанным мы предполагаем, что в условиях Крымского полуострова решающим фактором, определяющим содержание черных особей в популяции, выступает не температура периода размножения, а отрицательно скоррелированная с ней влажность воздуха. Насколько общей является установленная в настоящем исследовании зависимость, может показать изучение популяций, обитающих на других территориях.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Эволюция органического мира. Роль и влияние планетарных процессов» и «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России». Авторы благодарны за помощь в сборах И.И. Горячевой (сборы 1997 г.) и Д.А. Романову (сборы 2017 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лус Я.Я. О наследовании окраски и рисунка у божьих коровок *Adalia bipunctata* L. и *Adalia decempunctata* L. // Изв. Бюро генетики АН СССР. — 1928. — № 6. — С. 89–163. [Lus YaYa. O nasledovanii okraski i risunka u bozh'ih korovok *Adalia bipunctata* L. i *Adalia decempunctata* L. *Izv Byuro genetiki AN SSSR*. 1928;(6):89-163. (In Russ.)]
2. Лусис Я.Я. О биологическом значении полиморфизма окраски у двуточечной коровки *Adalia bipunctata* L. // *Latv Entomologs*. — 1961. — № 4. — С. 3–29. [Lusis YaYa. O biologicheskom znachenii polimorfizma okraski u dvutochechnoj korovki *Adalia bipunctata* L. *Latv Entomologs*. 1961;(4):3-29. (In Russ.)]
3. Bengtson SA, Hagen R. Melanism in the two-spot ladybird *Adalia bipunctata* in relation to climate in Western Norway. *Oikos*. 1977;28:16-19.
4. Creed ER. Industrial melanism in the two-spot ladybird and smoke abatement. *Evolution*. 1971;25:290-293.
5. Muggleton J, Lonsdale D, Benham BR. Melanism in *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) and its relationship to atmospheric pollution. *J Appl Ecol*. 1975;12:465-471.
6. Захаров И.А. Взаимодействие антропогенных и природных факторов в развитии городского меланизма в популяциях *Adalia bipunctata* L. Восточной Европы // *Генетика*. — 1990. — Т. 26. — № 10. — С. 1932–1941. [Zakharov IA. Vzaimodejstvie antropogennyh i prirodnyh faktorov v razvitii gorodskogo melanizma v populyacijah *Adalia bipunctata* L. Vostochnoj Evropy. *Genetika*. 1990;26(10):1932-1941. (In Russ.)]
7. Brakefield PM, Willmer PG. The basis of thermal melanism in the ladybird *Adalia bipunctata*: differences in reflectance and thermal properties between morphs. *Heredity*. 1985;54:9-14.
8. De Jong PW, Gussekloo SWS, Brakefield PM. Differences in thermal balance, body temperature and activity between non-melanic and melanic two-spot ladybird beetles (*Adalia bipunctata*) under controlled conditions. *J Exper Biology*. 1996;199:2655-2666.

☉ Информация об авторах

Илья Артемьевич Захаров — д-р биол. наук, профессор, член-корр. РАН. ФГБУН «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова» РАН, Москва. E-mail: zakharov@vigg.ru.

Александр Владимирович Рубанович — д-р биол. наук. ФГБУН «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова» РАН, Москва. E-mail: rubanovich@vigg.ru.

☉ Information about the authors

Ilya A. Zakharov — Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of RAS. N. Vavilov Institute of General Genetics, RAS, Moscow, Russia. E-mail: zakharov@vigg.ru.

Alexander V. Rubanovich — Dr. Biol. Sci. N. Vavilov Institute of General Genetics, RAS, Moscow, Russia. E-mail: rubanovich@vigg.ru.