



© И. А. Захаров

Институт общей генетики
им. Н. И. Вавилова РАН, Москва

ДИНАМИКА ГЕНОФОНДА ПЕТЕРБУРГСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ *ADALIA BIPUNCTATA* ЗА 75 ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЙ

ВВЕДЕНИЕ

✿ Изучено изменение состава популяции *Adalia bipunctata* «Университет» Санкт-Петербурга с 1975 по 2009 год, использованы также данные Я. Я. Лусиса, проводившего сборы жуков этой популяции в 1933, 1934, 1947 гг. Отмечено снижение доли черных форм в популяции от 90,0% в 1933 г. до 47,8% в 2009 г. Рассмотрены две возможные гипотезы, объясняющие наблюдаемую динамику состава популяции — «экологическая» (изменение характера загрязнения городской атмосферы) и «генетическая» (замещение аллеля черной окраски более эффективной полигенной системой).

✿ **Ключевые слова:** двуточечная божья коровка; *Adalia bipunctata*; состав популяции; меланизм.

Двуточечная божья коровка *Adalia bipunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) давно привлекает к себе внимание как удобный объект для разработки проблем экологической и популяционной генетики (обзоры — Majerus, 1994; Захаров, 1995). Аллельный состав разных популяций существенно различается как показывает изучение соотношения в популяциях форм с разной окраской надкрылий и разным рисунком на них. Известно, что эти признаки определяются аллелями одного гена (Лус, 1928).

Многолетние наблюдения над несколькими популяциями (Ташкент, Ереван — Лусис, 1987) показали, что состав популяций может существенно изменяться во времени. Кажется вероятным, что увеличение доли черных особей в вышеуказанных популяциях происходило под влиянием антропогенных факторов — загрязнения городской среды.

Популяция Санкт-Петербурга по своему составу резко отличается от всех популяций России — в ней наиболее высокое содержание черных форм (Лусис, 1961; Сергиевский, Захаров, 1983). Наблюдения над составом этой популяции были начаты Я. Я. Лусисом в начале 1930-ых годов, а с 1975 г. продолжены мною. Многолетнее, на протяжении трех четвертей века, слежение за составом популяции показало, что соотношение форм в петербургской популяции не постоянно, а изменяется однонаправлено. В настоящей статье представлены результаты изучения состава одной из субпопуляций Санкт-Петербурга — «Университет», по которой имеются наиболее многочисленные наблюдения, и обсуждаются возможные экологические факторы и генетические механизмы, с действием которых может быть связана наблюдаемая в этой популяции перестройка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Жуков *Adalia bipunctata* L. собирали на стадии имаго на кустах караганы («желтой акации»), растущих вдоль Университетской набережной от главного здания Санкт-Петербургского Университета до Кадетской линии Васильевского острова. Сборы, сделанные в июне, состояли из перезимовавших жуков, в июльских сборах могли быть и перезимовавшие, и жуки первого летнего поколения.

Собранные жуки разделялись по окраске надкрылий и характеру рисунка на фенотипы *typica*, *anulata* (красные), *6-pustulata*, *4-maculata* и прочие черные. К последней группе относились жуки с преобладанием черной окраски, но с нетипичным рисунком из красных пятен, подобные тем, которые были описаны как гетерозиготные формы (Лус, 1931). Фенотипы *typica*, *6-pustulata* и *4-maculata* определяются аллелями гена *S*, причем эти аллели образуют следующий ряд доминирования: $S^I < S^P < S^M$. Характер наследования фенотипа *anulata* недостаточно известен (Лус, 1928).

Поступила в редакцию 14.09.2009
Принята к публикации 30.10.2009

Таблица

Динамика состава популяции «Университет» за 75 лет

Дата сбора	Общее число	Красные typica	Красные anulata	Черные 6-sexpustulata	Черные 4-maculata	Черные прочие	Доля черных, %
06-07 1933*	100	10		13	77		90,0 + 3,00
08.1934*	441	42	2	61	336		90,0 + 1,43
07.1947*	912	132	3	154	621	2	85,2 + 1,18
07.1975**	340						84,7 + 1,95
06.1982	203	51		28	122	2	73,9 + 3,08
07.1982**	343						86,3 + 1,86
07.1984	213	40	1	99	73		80,7 + 2,70
07.1986	244	42	2	60	138	2	82,0 + 2,46
06.1988	124	26	2	46	49	1	77,4 + 3,75
07.1994	230	66	1	62	92	9	70,9 + 2,99
06.2001	263	107		30	126		59,3 + 3,03
07.2002	392	156	4	59	168	5	59,2 + 2,48
06.2009	186	95	2	16	73		47,8 + 3,66

* — сборы Я. Я. Лусиса, личное сообщение.
** — фенотипы среди красных и черных не были учтены.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице приведены мои данные (сборы 1975–2009 годов) и данные Я. Я. Лусиса, собиравшего адалий в том же месте в 1933–1947 гг. Результаты показывают, что наибольшая доля черных особей в изученной популяции была зафиксирована в тридцатые годы, а с середины 1980-ых годов доля черных неуклонно снижается. За период наблюдений продолжительностью в три четверти столетия она упала почти в 2 раза.

Во второй половине XX века подобное снижение доли черных особей в популяциях было отмечено для нескольких городов Германии (Creed, 1975, Schummer, 1983) и Великобритании (Creed, 1971, Majerus, Zakharov, 2000), а также в среди жуков, собранных в Санкт-Петербурге — на Петроградской стороне и в Старом Петергофе (Захаров, 2003). Могут быть высказаны две гипотезы, объясняющие причины наблюдаемого явления.

Первая гипотеза — «экологическая». С начала XX века в городах изменился характер загрязнения атмосферы. В начале века главным источником загрязнения были печное отопление домов, а также промышленные выбросы предприятий, использовавших каменный уголь. С середины века печное отопление было заменено на центральное, а для производства тепла и в промышленности стал широко использоваться газ. В то же время стало возрастать загрязнение атмосферы выбросами автомобильных двигателей. Следует напомнить, что черная окраска божьих коровок не является маскирующей, а преимущество черных особей связано с какими-то особенностями их физиологии (Majerus, 1998). Если черные особи проявляют большую толерантность к загрязнениям атмосферы, образующимся при сжигании древесины и угля, но не имеют преимущества в условиях загрязнения выбросами автомобильных двигателей, то красные

формы могут начать вытеснять в популяции черных при изменении характера загрязнения атмосферы.

Вторая гипотеза — «генетическая». Во всех популяциях двуточечной божьей коровки в той или иной доле (обычно 5–10 %) присутствуют черные особи. Наиболее вероятным механизмом поддержания полиморфизма считается половой отбор (O'Donald, Muggleton, 1979). В достаточно редких случаях, как правило, в популяциях больших городов, происходит накопление черных форм, вплоть до 85–90 %. Сохраняющиеся в популяциях аллели черной окраски выступают в качестве «сил быстрого реагирования», обеспечивающих выживание популяции в меняющихся в неблагоприятную сторону условиях (Сергиевский, Захаров, 1989). Если предположить, что аллели черной окраски наряду с повышением толерантности оказывают и отрицательные эффекты на жизнеспособность, то с течением времени может происходить отбор полигенных систем, обеспечивающих такую же устойчивость к неблагоприятным факторам среды, но лишенных отрицательных эффектов. Такие полигенные системы должны заменить и вытеснить из популяции аллели черной окраски. Сделать выбор между «экологической» и «генетической» гипотезами в настоящее время не представляется возможным.

Настоящая работа поддержана грантом подпрограммы «Генофонды и генетическое разнообразие» программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» и грантом программы «Ведущие научные школы» (И. А. Захаров-Гезехус).

Литература

1. Захаров И. А., 1995. Двуточечная божья коровка (*Adalia bipunctata* L.) как генетический объект // Генетика. Т. 31. С. 149–161.

2. Захаров И. А., 2003. Индустриальный меланизм и его динамика в популяциях двуточечной божьей коровки *Adalia bipunctata* L. // Успехи совр. биологии. Т. 123. С. 3–15.
3. Лус Я. Я., 1928. О наследовании окраски и рисунка у божьих коровок *Adalia bipunctata* L. и *Adalia decempunctata* L. // Изв. бюро по генет. № 6. С. 89–163.
4. Лус Я. Я., 1931. Анализ явлений доминирования при наследовании рисунка элитр и переднеспинки *Adalia bipunctata* L. // Труды лаб. генет. № 9. С. 135–162.
5. Лусис Я. Я., 1961. О биологическом значении полиморфизма окраски у двуточечной коровки *Adalia bipunctata* L. // Latvijas Entomologs. № 4. С. 3–29.
6. Лусис Я. Я., 1987. О возрастании доли черных доминантных форм в популяциях божьих коровок *Adalia bipunctata* // Изв. АН ЛатвССР № 9. С. 81–89.
7. Сергиевский С. О., Захаров И. А., 1983. Изучение генетического полиморфизма популяций двуточечной божьей коровки *Adalia bipunctata* (L.) Ленинградской области. 2. Состав популяций города Ленинграда // Генетика. Т. 19. С. 635–640.
8. Сергиевский С. О., Захаров И. А., 1989. Реакция популяций на стрессовые воздействия: концепция двуступенчатого реагирования // Онтогенез, эволюция, биосфера / Под ред. Яблокова А. В. М.: Наука. С. 157–173.
9. Creed E. R., 1975. Melanism in the two-spot ladybird: the intensity and nature of selection // Proc. Roy. Lond. B. Vol. 190. P. 13–148.
10. Creed E. R., 1971. Industrial melanism in the two-spot ladybird and smoke abatement // Evolution. Vol. 25. P. 290–293.
11. Majerus M. E. N., 1994. Ladybirds. London: Harper Collins Publ. 367 p.
12. Majerus M. E. N., 1998. Melanism. Evolution in action. Oxford, N. Y., Toronto: Oxford Univ. Press. 338 p.
13. Majerus M. E. N., Zakharov I. A., 2000. Does thermal melanism maintain melanic polymorphism in the two-spot ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera, Coccinellidae)? // Журн. Общ. Биол. Т. 61. С. 381–392.
14. O'Donald P., Muggleton J., 1979. Melanic polymorphism in ladybirds maintained by sexual selection // Heredity. Vol. 42. P. 57–65.
15. Schummer R., 1983. Neue Ergebnisse über die Struktur von *Adalia bipunctata* Gemeinschaften (Insecta: Coleoptera, Coccinellidae) // Tagungsbericht 2. Leipziger Sympos. urbane Oecologie. Leipzig. S. 59–61.

Dynamics of the gene pool of Petersburg *Adalia bipunctata* population during 75 years of observation

Zakharov I. A.

☛ **SUMMARY:** Composition of *Adalia bipunctata* population "University" (collected near St. Petersburg University) was studied from 1975 till 2009, also considering the data obtained by J. Lusia who sampled this ladybird population in 1933, 1934, and 1947. The part of black-colored forms in the population decreased from 90.0% in 1933 to 47.8% in 2009. Two hypotheses explaining the observed population dynamics are suggested and discussed: ecological (effect of the city air pollution) and genetic (replacement of the black-color allele with more efficient polygenic system).

☛ **KEY WORDS:** two spot ladybird; *Adalia bipunctata*; population composition; melanism.

☛ Информация об авторах

Захаров Илья Артемьевич — советник РАН,
Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН,
119991, Москва ул. Губкина, д. 3.
E-mail: zakharov@vigg.ru, iaz34@mail.ru

Zakharov Ilya Artemevich
Vavilov institute of general genetics.
119991, Moskow, Gubkina str., 3.
E-mail: zakharov@vigg.ru, iaz34@mail.ru