

DOI: <https://doi.org/10.17816/ecogen636450>

Краткое сообщение



# Экологическая генетика жуков рода *Adalia*: динамика перестройки популяции *A. bipunctata* Архангельска в условиях глобального потепления

И.А. Захаров, А.В. Рубанович

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

## АННОТАЦИЯ

Изучена динамика состава популяции *Adalia bipunctata* L. в Архангельске на протяжении 21 года. Доля черных особей снизилась почти в 2 раза; среднегодовая температура в то же время возросла с 1,92° до 2,95°. Сопоставление состава популяции со средней годовой температурой показало, что доля черных особей отрицательно коррелирует со среднегодовой температурой. Наблюдаемое изменение состава популяции является, вероятно, эффектом глобального потепления.

**Ключевые слова:** *Adalia bipunctata*; меланизм; популяции; температура; глобальное потепление.

## Как цитировать

Захаров И.А., Рубанович А.В. Экологическая генетика жуков рода *Adalia*: динамика перестройки популяции *A. bipunctata* Архангельска в условиях глобального потепления // Экологическая генетика. 2025. Т. 23. № 1. С. 33–38. DOI: <https://doi.org/10.17816/ecogen636450>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ecogen636450>  
Short Communication

## Ecological genetics of beetles of the genus *Adalia*: dynamics of population of *A. bipunctata* restructuring in Arkhangelsk in conditions of global warming

Ilya A. Zakharov, Alexander V. Rubanovich

Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

### ABSTRACT

The dynamics of the composition of the *Adalia bipunctata* L. population in Arkhangelsk for 21 years has been studied. The proportion of black individuals decreased by almost 2 times; the average annual temperature at the same time increased from 1.92° to 2.95°. A comparison of the population composition with the average annual temperature showed that the proportion of black individuals in the population is negatively correlated with the average annual temperature. The observed change in population composition is probably the effect of global warming.

**Keywords:** *Adalia bipunctata*; melanism; population; temperature; global warming.

### To cite this article

Zakharov IA, Rubanovich AV. Ecological genetics of beetles of the genus *Adalia*: dynamics of population of *A. bipunctata* restructuring in Arkhangelsk in conditions of global warming. *Ecological genetics*. 2025;23(1):33–38. DOI: <https://doi.org/10.17816/ecogen636450>

Received: 24.09.2024

Accepted: 13.11.2024

Published online: 31.03.2025

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Глобальное потепление, происходящее в последние полвека, не может не сказываться на генетических процессах в популяциях самых разных организмов. Однако для того чтобы заметить последствия потепления, необходимо многолетнее слежение за одной и той же популяцией, во-первых, и во-вторых, легко учитываемые маркеры происходящих в популяции генетических процессов. Этим требованиям отвечают популяции *Adalia bipunctata*, двуточечной божьей коровки. Этот вид обитает на огромной территории Евразии — от Франции до Камчатки и от Норвегии до Армении. Ряд популяций этого вида находится под наблюдением генетиков уже в течение 100 лет. Популяции адалии полиморфны по легко учитываемому морфологическому признаку, причем по такому признаку, который находится под четким генетическим контролем [1, 2].

Одним из авторов настоящей работы в течение 20 лет проводилось изучение состава популяции *A. bipunctata* в Архангельске. При этом было выявлено направленное изменение состава популяции, которое, вероятно, является результатом заметного потепления климата. Ниже приводятся результаты наших наблюдений и их статистический анализ.

*Цель исследования* — подтвердить на материале популяции *A. bipunctata*, обитающей в Архангельске, влияние климатических изменений на состав популяции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сборы жуков *A. bipunctata* L. (Coccinellidae, Coleoptera) проводили в Архангельске (64°33', 40°3') преимущественно на Троицком проспекте и набережной

р. Двины, на татарской жимолости (*Lonicera tatarica*), иве (*Salix* sp.), карагане (*Caragana* sp.). Жуков собирали на стадиях имаго и куколки. В тех сборах, где куколки составляли значительную часть, учет фенотипов проводили отдельно среди жуков, собранных на стадии имаго, и выведенных из куколок. Фенотипы жуков определяли по Я.Я. Лусису [1, 2].

Сведения о климате Архангельска и его изменении были взяты на сайте [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com) [3]. Состав изученной популяции сопоставлен с данными о среднегодовой температуре в Архангельске. Для обработки результатов использовали встроенные процедуры пакета Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состав популяции *A. bipunctata* Архангельска в разные годы представлен в табл. 1. В табл. 2 дана рассчитанная по тренду изменений среднегодовая температура года сбора. Средняя годовая температура за период наших наблюдений значимо возросла ( $y=0,048x - 95,82$ ,  $R^2=0,334$ ,  $p=0,00003$ ). За 21 год наблюдений доля черных особей в популяции заметно снизилась (табл. 2). На графике рис. 1 видно, что это снижение происходило в линейной зависимости от повышения среднегодовой температуры ( $y=-23,71x+94,24$ ;  $R^2=0,950$ ,  $p=0,0002$ ).

Что касается состава архангельской популяции *A. bipunctata* (табл. 1), то, наряду с довольно высоким процентом черных особей (морфы 6-pustulata, 4-maculata), в этой популяции регулярно отмечалось присутствие редкой морфы, названной Я.Я. Лусисом «pantherina» [2]. Эта форма ни разу не встретилась нам в Москве, она чрезвычайно редка в Петербурге. Характерный для этой формы рисунок на надкрыльях был ранее генетически

**Таблица 1.** Состав популяции *Adalia bipunctata* Архангельска в разные годы

**Table 1.** Composition of the *Adalia bipunctata* population in Arkhangelsk in different years

Год сбора	Стадия	Число (n)	Морфы				
			typ	pan	pust	mac	прочие
2003	Имаго	170	87	1	18	62	2
2005	Имаго	126	64	5	25	31	1
2005	Куколки	144	78	1	22	40	3
2010	Имаго	264	155	2	16	88	3
2010	Куколки	42	20	1	6	14	1
2011	Имаго	165	94	1	10	60	—
2011	Куколки	72	40	1	10	21	—
2012	Имаго	179	113	2	17	46	1
2014	Имаго	117	75	—	17	22	3
2024	Имаго	92	62	8	4	18	—

*Примечание.* typ — typica, pan — pantherina, pust — 6-pustulata, mac — 4-maculata, прочие — черные особи с не проявленным или необычным узором из красных пятен.

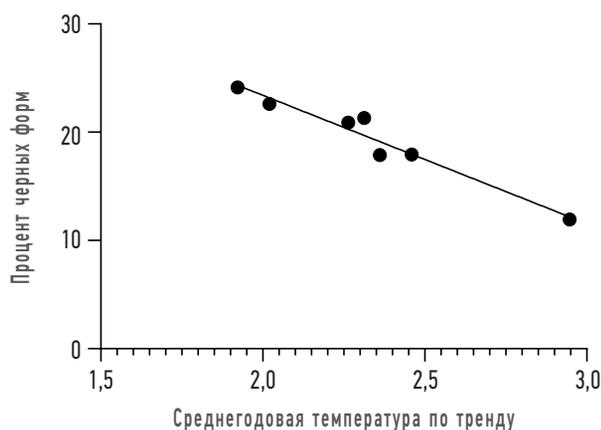
*Note:* typ, typica; pan, pantherina; pust, 6-pustulata; mac, 4-maculata; прочие — other.

**Таблица 2.** Состав популяции *Adalia bipunctata* Архангельска и среднегодовые температуры в годы сборов**Table 2.** Composition of the *Adalia bipunctata* population in Arkhangelsk and average annual temperatures in the years of collecting

Год сбора	Число (n)	Черные особи, %*	Среднегодовая температура, °C
2003	170	48,2 (40,52–56,01)	1,92
2005	270	45,2 (39,15–51,33)	2,02
2010	306	41,8 (36,24–47,58)	2,26
2011	237	42,6 (36,24–49,18)	2,31
2012	179	35,8 (28,74–43,25)	2,36
2014	117	35,9 (27,24–45,29)	2,46
2024	92	23,9 (15,63–33,94)	2,95

\*В скобках указаны левые и правые границы 95% доверительного интервала (точный тест Фишера).

\*The left and right limits of the 95% confidence interval (Fisher's exact test) are shown in parentheses.

**Рис. 1.** Зависимость состава популяции *A. bipunctata* Архангельска от среднегодовой температуры.**Fig. 1.** The dependence of the population composition of *A. bipunctata* in Arkhangelsk on the average annual temperature.

проанализирован одним из нас [4]; он, как и другие варианты окраски надкрыльев и узора на них, определяется одной из аллелей гена *S*.

Отмеченное изменение состава популяции *A. bipunctata* в Архангельске происходило одновременно с перестройкой популяций в ряде других городов. Снижение доли черных особей в популяции *A. bipunctata* Санкт-Петербурга началось с начала 1980-х годов [5]. В дальнейшем последовательное уменьшение доли меланистов в двух популяциях Петербурга было прослежено вплоть до 2018–2019 гг. [6]. Подобная динамика изменения состава генофондов была обнаружена в Нидерландах [7], Бергене (Норвегия) [8] и Ялте (Крым) [6]. Широкая распространенность этого явления позволяет связать его с глобальным потеплением, которое стало особенно заметным в последние полвека. Для подтверждения зависимости состава популяций *A. bipunctata* от глобального изменения климата важно изучить динамику генофондов других популяций, в которых ранее наблюдалось высокое содержание меланистов. Именно такой является популяция Архангельска, состав которой фиксировался одним из нас начиная с 2003 г. В табл. 2 приведены результаты этих наблюдений, которые показали четкое, почти двукратное, снижение доли черных особей за последние 20 лет.

Экспериментальные данные показывают различную реакцию черных и красных особей *A. bipunctata* на солнечную радиацию [9] и, по крайней мере в некоторых популяциях, больший успех в размножении черных морф в сравнении с красными в летний период [10].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные факты говорят в пользу гипотезы, что именно повышение температуры служит фактором, вызывающим изменение состава популяций *A. bipunctata*. Для подтверждения нашей гипотезы желательно продолжение наблюдений над различными, географически удаленными популяциями *A. bipunctata*. Особенно интересны в этой связи некоторые популяции южной Европы (Марсель, Франция; Рим-Остия, Италия), где несколько десятилетий назад был одним из нас зафиксирован необычайно высокий для Западной Европы процент меланистов [11, табл. П1].

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку

статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: И.А. Захаров — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материалов, написание текста; А.В. Рубанович — анализ полученных данных.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## ADDITIONAL INFO

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. Personal contribution of each author: I.A. Zakharov, experimental design, collecting and preparation of samples, writing the main part of the text; A.V. Rubanovich, data analysis.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лусис Я.-А.Я. О наследовании окраски и рисунка у божьих коровок *Adalia bipunctata* L. и *Adalia decempunctata* L. // Известия Бюро по генетике. 1928. № 6. С. 89–163.
2. Лусис Я.-А.Я. О биологическом значении полиморфизма окраски у двуточечной коровки *Adalia bipunctata* L. // Latv Entomologs. 1961. № 4. С. 3–29.
3. meteoblue.com [Электронный ресурс]. Погода [дата обращения: 20.09.2024]. Доступ по ссылке: <https://www.meteoblue.com/ru>
4. Захаров И.А. Изучение наследования рисунка на надкрыльях у *Adalia bipunctata* // Генетика. 1996. Т. 32, № 4. С. 579–583. EDN: MOUYLX
5. Сергиевский С.О., Захаров И.А. Реакция популяций на стрессовые воздействия: концепция двухступенчатого реагирования. В кн.: Сборник научных трудов: Онтогенез. Эволюция. Биосфера / под ред. А.В. Яблокова. Москва: Наука, 1989. С. 157–173.
6. Захаров И.А., Рубанович А.В. Экологическая генетика жуков рода *Adalia*: перестройка состава популяций *A. bipunctata* как эф-

- фект глобального потепления // Экологическая генетика. 2023. Т. 21, № 1. С. 33–39. EDN: XQIKSO doi: 10.17816/ecogen317164
7. Brakefield P.M., de Jong P.W. A steep cline in ladybird melanism has decayed over 25 years: a genetic response to climate change? // Heredity. 2011. Vol. 107, N 6. P. 574–578. doi: 10.1038/hdy.2011.49
8. Захаров И.А., Рубанович А.В. Экологическая генетика жуков рода *Adalia*: популяции *A. bipunctata* Норвегии и Кольского полуострова // Экологическая генетика. 2018. Т. 16, № 1. С. 49–52. EDN: UNYORG doi: 10.17816/ecogen16149-52
9. de Jong P.W., Gussekkloo S.W.S., Brakefield P.M. Differences in thermal balance, body temperature and activity between nonmelanic and melanic twospot ladybird beetles (*Adalia bipunctata*) under controlled conditions // J Exp Biol. 1996. Vol. 199, N 12. P. 2655–2666. doi: 10.1242/jeb.199.12.2655
10. Timofeeff-Ressovsky N.W. Zur Analyse des Polymorphismus bei *Adalia bipunctata* L. // Biologisches Centralblatt. 1940. Vol. 60. P. 130–137.
11. Захаров И.А. Генетика и эволюция популяций жуков рода *Adalia*. Москва: Ваш формат, 2023. 162 с.

## REFERENCES

1. Lusia Ya-AYa. On the inheritance of coloration and pattern in ladybugs *Adalia bipunctata* L. and *Adalia decempunctata* L. *Bulletin of the Bureau of Genetics*. 1928;(6):89–163. (In Russ.)
2. Lusia Ya-AYa. On the biological significance of coloration polymorphism in the two-spotted moth *Adalia bipunctata* L. *Latv Entomologs*. 1961;(4):3–29. (In Russ.)
3. meteoblue.com [Internet]. Weather [cited 2024 Sep 20]. Available from: <https://www.meteoblue.com/ru> (In Russ.)
4. Zakharov IA. A study of elytra pattern inheritance in *Adalia bipunctata*. *Russian Journal of Genetics*. 1996;32(4):579–583. EDN: MOUYLX
5. Sergievsky SO, Zakharov IA. Response of populations to stress effects: the concept of two-stage response. In: Yablokov AV, editor. *Proceeding of scientific works: Ontogenesis. Evolution. Biosphere*. Moscow: Nauka; 1989. P. 157–173.
6. Zakharov IA, Rubanovich AV. Ecological genetics of beetles of the genus *Adalia*: restructuring of *A. bipunctata* populations as a global

- warming effect. *Ecological genetics*. 2023;21(1):33–39. EDN: XQIKSO doi: 10.17816/ecogen317164
7. Brakefield PM, de Jong PW. A steep cline in ladybird melanism has decayed over 25 years: a genetic response to climate change? *Heredity*. 2011;107(6):574–578. doi: 10.1038/hdy.2011.49
8. Zakharov IA, Rubanovich AV. Ecological genetics of beetles of the genus *Adalia*: populations of *A. bipunctata* of Norway and Kola peninsula. *Ecological genetics*. 2018;16(1):49–52. EDN: UNYORG doi: 10.17816/ecogen16149-52
9. de Jong PW, Gussekkloo SWS, Brakefield PM. Differences in thermal balance, body temperature and activity between nonmelanic and melanic twospot ladybird beetles (*Adalia bipunctata*) under controlled conditions. *J Exp Biol*. 1996;199(12):2655–2666. doi: 10.1242/jeb.199.12.2655
10. Timofeeff-Ressovsky NW. Zur Analyse des Polymorphismus bei *Adalia bipunctata* L. *Biologisches Centralblatt*. 1940;60:130–137.
11. Zakharov IA. Genetics and evolution of populations of beetles of the genus *Adalia*. Moscow: Vash format; 2023. 162 p. (In Russ.)

## ОБ АВТОРАХ

**Илья Артемьевич Захаров**, д-р биол. наук,  
профессор, чл.-корр. РАН; ORCID: 0000-0002-7779-1969;  
e-mail: iaz34@mail.ru

**\*Александр Владимирович Рубанович**, д-р биол. наук;  
адрес: Россия, 119991, Москва, ГСП-1, ул. Губкина, д. 3;  
ORCID: 0000-0002-1251-8806; eLibrary SPIN: 2941-6237;  
e-mail: rubanovich@vigg.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

## AUTHORS' INFO

**Ilya A. Zakharov**, Dr. Sci. (Biology), Professor,  
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;  
ORCID: 0000-0002-7779-1969; e-mail: iaz34@mail.ru

**\*Alexander V. Rubanovich**, Dr. Sci. (Biology);  
address: 3 Gubkina st., Moscow, 119991, Russia;  
ORCID: 0000-0002-1251-8806; eLibrary SPIN: 2941-6237;  
e-mail: rubanovich@vigg.ru