

Институт экологии растений и животных УрО РАН

# **ЭКОЛОГИЯ: ФАКТЫ, ГИПОТЕЗЫ, МОДЕЛИ**

Материалы конференции молодых ученых,  
посвященной памяти Н.В. Глотова



Екатеринбург

2018

УДК 574 (061.3)

Э 40

*Материалы конференции изданы при финансовой поддержке РФФИ  
(проект №18-34-10003)*



**Экология:** факты, гипотезы, модели. Материалы конф. молодых ученых, 10–13 апреля 2018 г. / ИЭРиЖ УрО РАН — Екатеринбург: «Резкшен», 2018. — 184 с.

В сборнике опубликованы материалы Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной памяти Н.В. Глотова «Экология: факты, гипотезы, модели». Мероприятие проходило в Институте экологии растений и животных УрО РАН с 10 по 13 апреля 2018 г. Работы посвящены проблемам изучения биологического разнообразия на популяционном, видовом и экосистемном уровнях, этологии, анализу экологических закономерностей эволюции, поиску механизмов адаптации биологических систем к экстремальным условиям, вопросам сохранения биоразнообразия, а также популяционным аспектам экотоксикологии, радиобиологии и радиоэкологии.

*В оформлении обложки использованы фотографии победителей фотоконкурса конференции Созонтова А.Н. «Взгляд» и Шималиной Н.С. «Радиоактивный лес».*

© Авторы, 2018

© ИЭРиЖ УрО РАН, 2018

# Особенности проявления нарушений жилкования крыльев боярышницы *Aporia crataegi* L. (Lepidoptera: Pieridae) при развитии преимагинальных стадий в разных погодных условиях

И.А. Солонкин

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

---

*Ключевые слова:* изменчивость, нарушения жилкования крыльев, устойчивость развития, *Aporia crataegi*

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных задач эволюционной экологии является изучение морфогенетических реакций организмов на изменения факторов окружающей среды. Известно, что у насекомых от температуры во время развития преимагинальных стадий зависит, во-первых, размер имаго (Kingsolver, Huey, 2008), а во-вторых, характер проявления некоторых признаков в фенотипе (Whitman, Ananthakrishnan, 2009). На настоящий момент данные о влиянии температуры на морфологические признаки крыльев Lepidoptera (кроме их размеров) недостаточны (Hoffmann et al., 2002; Debat et al., 2003). Была проанализирована изменчивость размеров имаго, встречаемость и характер проявления нарушений жилкования крыльев боярышницы *Aporia crataegi* L. (Lepidoptera: Pieridae) в зависимости от погодных условий весны.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Гусениц поздних возрастов и куколок боярышницы собирали с черёмухи и рябины в окрестностях д. Фомино (Свердловская область, Сысертский р-н.) в 2013–2017 гг. и содержали их в индивидуальных контейнерах при неконтролируемых погодных условиях вплоть до выхода имаго. Для каждого имаго регистрировали дату выхода из куколки, на основании которой рассчитывали продолжительность развития преимагинальных стадий в весенний период. Имаго в день выхода из куколки взвешивали на электронных весах с точностью до 1 мг. Скорость роста каждой особи рассчитывали как отношение массы имаго к длительности развития гусеницы и куколки весной. Всего проанализирована изменчивость 1216 самцов и самок боярышницы, объём выборок приведён в таблице 1.

Таблица 1. Продолжительность развития и масса имаго боярышницы при разной температуре воздуха в весенний период

Год	t ср., °C (15.04 – 15.06)	N имаго, экз.		Продолжительность развития, дней		Масса имаго, мг	
		Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
2013	11.4±0.6	62	59	55.5±0.2	56.9±0.2	172.6±3.6	237.0±6.4
2014	12.6±0.8	120	260	56.0±0.2	58.1±0.1	187.2±4.6	241.0±3.5
2015	12.2±0.7	160	193	49.7±0.1	50.8±0.1	149.7±3.2	179.8±3.7
2016	13.2±0.7	70	79	53.5±0.3	54.8±0.3	168.2±5.5	231.5±6.5
2017	10.4±0.6	75	138	65.3±0.4	68.6±0.4	125.1±3.7	156.6±3.4

Поиск нарушений жилкования осуществляли, просматривая сухие отпрепарированные крылья с вентральной стороны с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10. Было выделено 3 типа нарушений жилкования: дополнительные разветвления жилок, дополнительные жилки в ячейках крыла и неполные жилки. Нарушения жилкования учитывали отдельно на каждом участке жилок и в каждой ячейке крыла (рис. 1), в соответствии с методикой, описанной ранее (Солонкин и др., 2017). В качестве учётной единицы использовали сторону тела особи.

Для характеристики погодных условий весенних периодов 2013 – 17 гг. использовали среднесуточные значения температуры воздуха (°C) с 15 апреля по 15 июня на основе данных из архива (Погода и климат. <http://www.pogodaiklimat.ru>) метеостанции № 28440, расположенной в г. Екатеринбурге. Межгодовые различия исследуемых признаков имаго (продолжительность развития, масса тела, число нарушений жилкования) анализировали отдельно для самцов и са-

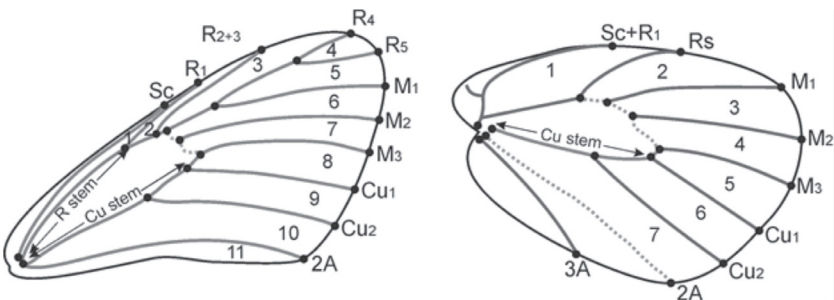


Рис. 1. Схема нормального жилкования крыльев боярышницы *Arogia crataegi*. Точками обозначены границы анализируемых участков жилок, прерывистой линией выделены участки жилок, исключённые из анализа. Цифрами указаны номера ячеек крыла.

мок с помощью критерия Краскелла-Уоллеса. Для апостериорных попарных сравнений выборок использовали критерий Данна. Во всех случаях множественных сравнений применяли поправку Бенджамина-Хохберга. Скорость роста самцов и самок боярышницы с нарушениями жилкования крыльев и без них сравнивали с помощью двухфакторного дисперсионного анализа. Расчёты проводили в программе Statistica 8.0 и Past 3.20 (Hammer et al., 2001).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Минимальные температуры воздуха во время развития гусениц поздних возрастов и куколок боярышницы наблюдались в 2017 г. В условиях холодной и затяжной весны 2017 г. значительно увеличилась продолжительность развития гусениц и куколок и уменьшилась масса имаго (табл. 1). Следовательно, в 2017 г. гусеницы поздних возрастов росли в целом медленнее, чем в другие годы исследования. Наибольших размеров имаго боярышницы достигли в 2016 г., когда температура воздуха во время развития гусениц старших возрастов и куколок была максимальной за годы наших исследований.

Считается, что скорость роста тесно связана со стабильностью морфогенеза: увеличение темпов роста должно приводить к дестабилизации развития (Arendt, 1997; de Block et al., 2008). Исходя из этого, следовало бы ожидать, что частота встречаемости нарушений жилкования крыльев в популяции боярышницы будет выше в годы, когда гусеницы развивались быстрее. Однако такая тенденция отсутствует: число нарушений у самцов боярышницы было максимальным в 2015 г., а у самок — в 2017 г. (табл. 2). Вероятно, отличия средней скорости роста гусениц в разные годы были слишком незначительны, чтобы повлиять на стабильность морфогенеза жилкования крыльев боярышницы.

Мы проанализировали динамику встречаемости 15 наиболее часто обнаруживаемых нарушений жилкования. Некоторые нарушения (дополнительные жилки в ячейках №3, №8, №9 переднего крыла и в ячейке №3 заднего крыла) в 2013 — 16 гг. были очень редки, а в 2017 г. возникали часто и у самцов, и у самок (табл. 2); отличия от других лет статистически значимы. Они проявлялись преимущественно симметрично (коэффициенты корреляции Спирмена  $R$  между правой и левой сторонами тела значимы, варьируют от 0.55 до 0.78). Разные дополнительные жилки, как правило, встречались совместно на одной особи (коэффициенты корреляции Спирмена  $R$  значимы, варьируют от 0.36 до 0.54). Особи с данными дополнительными жилками росли значительно медленнее остальных ( $F=9.3$ ;  $df=1$ ;  $p=0.003$ ) (рис. 2А). Другие нарушения жилкования, наоборот, были более характерны

Таблица 2. Среднее число нарушений жилкования крыльев в исследуемой популяции боярышницы

Год	Число нарушений на сторону		Число дополнительных жилок в ячейках №3, №8, №9 переднего крыла и №1 заднего крыла	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки
2013	0.47±0.08	0.39±0.08	0.01±0.01	0.01±0.01
2014	0.16±0.04	0.11±0.02	0.02±0.01	0.01±0.0
2015	0.88±0.08	0.37±0.04	0.01±0.01	0.02±0.01
2016	0.45±0.07	0.32±0.06	0	0
2017	0.65±0.10	0.85±0.09	0.26±0.06	0.46±0.06

для быстрорастущих особей ( $F=5.4$ ;  $df=1$ ;  $p=0.02$ ) (рис. 2Б). На основании изложенных данных можно предположить, что проявление дополнительных жилок в ячейках №3, №8, №9 переднего крыла и в ячейке №3 заднего крыла является следствием медленного развития гусениц поздних возрастов и куколок боярышницы в условиях холодной и затяжной весны 2017 г.

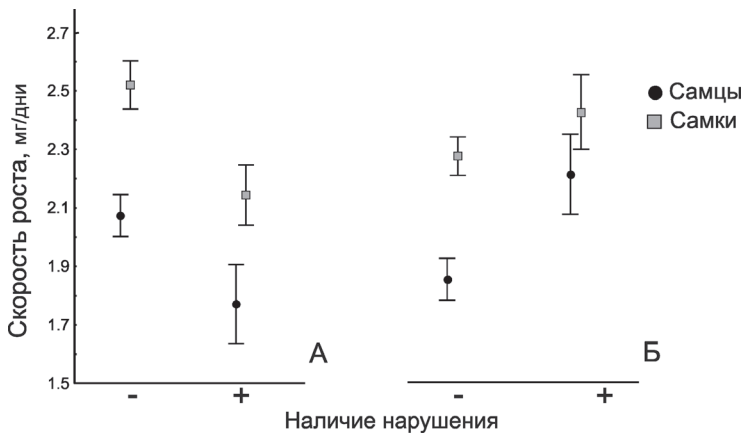


Рис. 2. Наличие нарушений жилкования на крыльях имаго боярышницы в зависимости от скорости роста гусениц (А – дополнительные жилки в ячейках № 3, № 8, № 9 переднего крыла и в ячейке № 3 заднего крыла; Б – остальные разновидности нарушений) в 2017 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы предполагаем, что в исследуемой популяции боярышницы погодные условия во время развития гусениц поздних возрастов и куколок не влияют на общую стабильность морфогенеза жилкования крыльев, но оказывают эффект (посредством снижения скорости роста) на особенности проявления нарушений жилкования крыльев.

Многолетний сбор полевого материала выполнен в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН, камеральная обработка, анализ и интерпретация результатов при частичной поддержке гранта РФФИ 16-04-01831а и проекта Программы комплексных фундаментальных исследований УрО РАН № 18-4-4-28.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Погода и климат. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/file.htm> (15.02.2018)
- Солонкин И. А., Захарова Е. Ю., Шкурихин А. О., Ослина Т. С. Классификация и закономерности проявления нарушений жилкования крыльев белянок (Lepidoptera: Pieridae) на примере боярышницы *Aporia crataegi* L. // Евразийский энтомологический журнал. 2017. Т. 16, № 6. С. 579–589.
- Arendt J. Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa // The Quarterly Review of Biology. 1997. V. 72, № 2. P. 149–176.
- de Block M., Campero M., Stoks R. Developmental costs of rapid growth in a damselfly // Ecological entomology. 2008. V. 33, № 2. P. 313–318.
- Debat V., Begín M., Legout H., David J. R. Allometric and nonallometric components of *Drosophila* wing shape respond differently to developmental temperature. // Evolution. 2003. V. 57, № 12. P. 2773–2784.
- Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST version 2.17. Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. V. 4, №1. 9 p.
- Hoffmann A. A., Collins E., Woods R. Wing shape and wing size changes as indicators of environmental stress in *Helicoverpa punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae) moths: comparing shifts in means, variances, and asymmetries // Environmental entomology. 2002. V. 31, № 6. P. 965–971.
- Kingsolver J. G., Huey R. B. Size, temperature, and fitness: three rules // Evolutionary Ecology Research. 2008. V. 10, № 2. P. 251–268.
- Whitman D. W., Ananthakrishnan T.N. (eds.). Phenotypic plasticity of insects: mechanisms and consequences. Enfield, Edenbridge: Science Publishers, 2009. 894 p.