МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ОБРАЗОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ЗООЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

**Сборник статей
V Международной конференции**

*26–28 октября 2020 г.
г. Томск, Россия*

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

**ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ ЖУЖЕЛИЦЫ
PTEROSTICHUS MELANARIUS ILL. (COLEOPTERA,
CARABIDAE) И УСЛОВИЯ ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ**

**Суходольская Р.А.^{1, 2}, Тимофеева Г.А.², Ухова Н.Л.³,
Воробьева И.Г.⁴, Савельев А.А.⁵**

¹*Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан,
Казань, Россия*

ra5suh@rambler.ru

²*Богородская СОШ Пестречинского района Республики Татарстан, Россия
t.g.a 2007@mail.ru*

³*Висимский государственный природный биосферный заповедник,
Кировград, Россия*

ukh08@yandex.ru

⁴*Марийский государственный университет, Йошкар-Ола,
Республика Марий-Эл, Россия*

vigir@mail.ru

⁵*Казанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия
anatoly.saveliev.aka.saa@gmail.com*

Аннотация. В настоящем исследовании представлены материалы по изменчивости ПД у жуужелиц, в зависимости от мест обитания – открытое, затененное, кустарники, город, пригород.

Ключевые слова: *Pterostichus melanarius*, половой диморфизм, индикаторы, изменчивость, среда обитания.

**SEXUAL DIMORPHISM OF THE *PTEROSTICHUS
MELANARIUS* ILL. (COLEOPTERA, CARABIDAE)
AND THE CONDITIONS OF ITS MANIFESTATION**

**Sukhodolskaya R.A.^{1, 2}, Timofeeva G.A.², Ukhova N.L.³,
Vorobieva I.G.⁴, Saveliev A.A.⁵**

¹*Institute for Ecology and Subsoil Use of the Academy of Sciences of the Republic
of Tatarstan, Kazan, Russia*

ra5suh@rambler.ru

²*Bogorodskaya secondary school of Pestrechinsky district
of the Republic of Tatarstan, Russia*

t.g.a 2007@mail.ru

³Visimsky state natural biosphere reserve,
Kirovgrad, Russia
ukh08@yandex.ru

⁴Maria State University, Yoshkar-Ola, Republic of Mari El, Russia
vigir@mail.ru
Kazan (Povolzhsky) Federal University, Kazan, Russia
anatoly.saveliev.aka.saa@gmail.com

Abstract. This study presents materials on the variability of SD in Carabidae, depending on habitats - open, shaded, shrubs, city, suburb.

Keywords: *Pterostichus melanarius*, sexual dimorphism, indicators, variability, habitat.

Половой диморфизм (ПД) – разница в морфологических, поведенческих и физиологических признаках между полами – отражает адаптивную дивергенцию между последними, которая обусловлена изменчивостью оптимального значения признака для каждого из полов, и представляет, таким образом, эпифеномен [1]. Поскольку фактически затраты и преимущества при спаривании у разных полов всегда различны, ПД характерен практически для всех признаков у раздельнополых организмов. Особенно это касается размеров тела, поскольку этот признак напрямую связан с физиологией и приспособленностью. ПД по размерам возникает и поддерживается всякий раз, когда сила отбора на размер тела различается между полами согласно модели дифференциального равновесия ПД [2–4].

В настоящем исследовании представлены материалы по изменчивости ПД у жуков – жужелиц, которые считаются признанными индикаторами среды обитания. Несмотря на большое количество публикаций на эту тему, проблема использования популяционных показателей жужелиц в целях биоиндикации остается не решенной. У жужелиц регистрируется характерный для артропод ПД с большими размерами самок [5]. Было также показано, что значение ПД у них не статично, а меняется в зависимости от внешних условий [6-8]. Цель данной работы – оценить изменчивость ПД у жужелицы *Pterostichus melanarius* Ill. под влиянием таких факторов, как место обитания в ареале, степень урбанизации и освещенности биотопа.

Районы исследований и методика. По возможности исследовались выборки из всех типов биотопов, где обитают жуки *P. melanarius* (лиственные леса, луга и т.п.). Отлов жуков в Республике Татарстан проводился стандартно ловушками Барбера в вегетационные сезоны 1996–2017 гг. Остальные коллекции, включающие в себя сборы жужелиц из других частей ареала (Свердловская область, Марий Эл, Удмуртия, Предуралье) были получены в рамках научного сотрудничества от коллег из разных регионов России. Для выявления паттернов ПД были

привлечены 6 морфометрических признаков: длина и ширина надкрылий, переднеспинки и головы. Всего было измерено 2 112 особей *P. melanarius*.

Статистическая обработка. Как факторы при статистической обработке использовались: регион, урбанизация (город, пригород, естественный биотоп) и освещенность биотопа (леса, открытые биотопы, кустарники). Скейлинг ПД по размерам тела проводился с использованием моделей регрессии II типа (Reduced Major Axis regression), линейных на логарифмической шкале (на исходной шкале модель имеет вид $Y = \alpha X^\beta$). Для построения модели использовались логарифмы квантилей распределения значений исследуемых признаков самцов и самок. Расчеты выполнялись в среде статистической системы R, в пакете smatr. Поскольку требовалось оценить влияние каждого отдельного фактора на фоне остальных факторов, то использовался робастный (устойчивый к выбросам) вариант функции, использующий М-оценки Хубера. Положительные значения коэффициента регрессии (β) означают одинаковое направление изменения признака у самцов и самок. Положительные значения константы модели (Intercept) говорят о том, что размеры самок увеличиваются быстрее, чем размеры самцов, то есть к изменениям в среде более чувствительны самки, отрицательные – свидетельствуют об обратном. Наклон, статистически значимо не отличающийся от 1.0, свидетельствует в пользу половой изометрии.

Результаты. Таблица представляет собой фрагмент общей таблицы (она не приводится в силу ограниченности листа) и дается для того, чтобы был понятен ход обсуждения результатов: под влиянием обитания в Удмуртии по трем признакам (длина надкрылий и головы, ширина надкрылий) ПД не проявляется ($p > 0.05$).

Результаты редуцированной модели регрессии II типа по влиянию региона обитания на ПД *P. melanarius*

Фактор	Спектр фактора	Признак	Объем выборки	Константа модели Intercept	Кэфф. регрессии	Уровень значимости p-level
Регион	Удмуртия	Длина надкрылий	281	-0.11	1.03	0.56
Регион	Удмуртия	Ширина надкрылий	281	-0.28	1.27	0.01
Регион	Удмуртия	Длина переднеспинки	281	-0.30	1.29	0.00
Регион	Удмуртия	Ширина переднеспинки	281	0.30	0.74	8e-04
Регион	Удмуртия	Длина головы	281	0.01	0.95	0.54
Регион	Удмуртия	Ширина головы	281	-0.05	1.00	0.99

По ширине переднеспинки коэффициент регрессии меньше 1 и данные статистически значимы, следовательно, по этому признаку в

Удмуртии более чувствительны к изменениям самки. По ширине надкрылий и длине переднеспинки коэффициент регрессии больше 1 с высокой значимостью, следовательно, по этим признакам к изменениям в среде в Удмуртии более чувствительны самцы.

Мы проанализировали подобным образом все результаты и пришли к следующим выводам:

– в Республике Татарстан по большинству исследованных признаков самки более чувствительны к среде, чем, самцы, в остальных регионах наблюдается обратная картина;

– при обитании в городах нет четкой картины изменчивости ПД по разным признакам, в пригородах и естественных биотопах к изменениям среды более чувствительны самки;

– в кустарниках чувствительность к среде распределилась между самками и самцами одинаковым образом, в то время как в затененных и открытых биотопах чувствительность самок больше.

Литература

1. Hedrick A.V., Temeles E.J. The evolution of sexual dimorphism in animals – hypotheses and tests // Trends in Ecology & Evolution. 1989. Vol. 4. P. 136–138.
2. Andersson B. Sexual Selection. Princeton University Press, 1994.
3. Blanckenhorn W.U., Demont M. Bergmann and converse Bergmann latitudinal clines in arthropods: Two ends of a continuum? // Integrative and Comparative Biology. 2004. Vol. 44 (6). P. 413–424.
4. Fairbairn D.J., Preziosi R.F. Sexual selection and the evolution of allometry for sexual size dimorphism in the water strider, *Aquarius remigis* // American Naturalist. 1994. Vol. 144. P. 101–118.
5. Sukhodolskaya R.A., Saveliev A.A., Muhammetnabiev T.R. Sexual Dimorphism of Insects and Conditions of Its Manifestation // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7 (2). P. 1992–2001.
6. Sukhodolskaya R.A., Avtaeva T.A., Saveliev A.A., Vavilov D.N. Sexual Size Dimorphism in Ground Beetle *Carabus cumanus* Fischer von Waldheim, 1823 (Coleoptera, Carabidae) and its Variation in Different Traits // Baltic J. Coleopterol. 2019. Vol. 19 (1). P. 89–100.
7. Суходольская Р.А., Савельев А.А. Географическая изменчивость полового диморфизма у жужелицы *Carabus granulatus* L. (Coleoptera, Carabidae) // Российский журнал прикладной экологии. 2017. № 4. С. 3–10.
8. Sukhodolskaya R.A., Saveliev A.A., Gordienko T.A., Vavilov D.N. Sexual size dimorphism in Ground Beetles and its modeling in latitude gradient // GSC Biological and Pharmaceutical Sciences. 2018. Vol. 3 (1). P. 11–18.