

М.Л. МИНЕЦ, В.В. ГРИЧИК

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ДВУХ ПОПУЛЯЦИЙ ЖУЖЕЛИЦЫ *CARABUS MENETRIESI* HUMM. (COLEOPTERA, CARABIDAE)*

Analysis of changeability of species on morphometrical description (pronotal length, pronotal width, elytral length, elytral width, ratio: pronotal length to the pronotal width, elytral length to the elytral width, elytral length to the pronotal width) and number of punctures on the first, second and third primary distance left and right elytrums have been carried out. Differences of phenofunds between populations of two fen mires have been discovered. The populations of beetles *C. menetriesi* from fen mires Dikoe and Zvanets have been independent.

Анализ популяционно-фенетической структуры видов представляет собой одно из важных направлений в исследованиях микроэволюционных процессов. Большая часть исследований межпопуляционной изменчивости так или иначе связана с полиморфизмом - наличием в группе особей различных дискретных вариантов признака [1]. Популяции одного вида генетически отличаются друг от друга по частоте проявления различных аллелей, что внешне часто выражается в различной концентрации разных фенотипов. Поэтому, если при пространственном исследовании населения определенного вида в природе обнаруживается резкий перепад в частоте каких-либо фенотипов, можно делать обоснованное предположение о существовании здесь межпопуляционной границы [2]. Однако, несмотря на актуальность данного направления, исследований изменчивости популяций различных видов насекомых довольно мало.

Выбранный объектом исследования вид *Carabus menetriesi* Humm. приурочен к заболоченным территориям. Изучаемые выборки жужелицы отобраны на двух болотных массивах, расположенных в северо-западной и юго-восточной частях Брестской области и разделенных не только расстоянием в десятки километров, но и реальными географическими барьерами - пространствами сельхозугодий, непригодных для обитания вида. Поэтому предстояло проверить, характеризуется ли население *C. menetriesi* этих двух болотных массивов своеобразием фенотипов, другими словами, может ли идти речь о двух самостоятельных популяциях.

Материал и методика

Жужелица *Carabus menetriesi* Humm. - центральноевропейский гигрофильный вид, обитающий на низинных торфяных болотах, в заболоченных лесах и лугах. Известно существование довольно стабильных популяций, но в целом вид редок и занесен в Красную Книгу Республики Беларусь [3, 4]. Тем не менее *C. menetriesi* оказался обычным видом среди жужелиц, населяющих болотные массивы «Дикое» и «Званец» [5, 6]. Сбор материала проводился в 1999, 2003 и 2004 гг. в рамках международных проектов «Разработка планов управления ключевыми низинными болотами Полесья в целях сохранения биологического разнообразия» и «Реализация первоочередных мероприятий планов управления ключевыми низинными болотами Полесья» на низинных болотах «Дикое» (Брестская обл., Пружанский р-н, окр. д. Выброды, 1999 г.) и «Званец» (Брестская обл., Дрогичинский р-н, окр. д. Повитье, 1999, 2004 гг. и окр. д. Новоселки, 2003 г.). Жужелицы отлавливались модифицированным методом почвенных ловушек Барбера [6] попутно с отловом массовых видов рода *Carabus* L., не имеющих статуса охраняемых.

Исследовалась изменчивость двух групп параметров: линейных размеров тела и микроскульптуры поверхности надкрылий (табл. 1). Изучение морфометрических показателей проводилось на основании общепринятых стандартных параметров тела для жесткокрылых [7, 8]. Были исследованы: длина переднеспинки (А), ширина переднеспинки (В), длина надкрылий (С), ширина надкрылий (D). Кроме того, вычислялось отношение длины переднеспинки к ее ширине (А/В), отношение длины надкрылий к их ширине (С/D) и отношение длины над-

* Авторы статьи - сотрудники кафедры общей экологии и методики преподавания биологии.

крылий к длине переднеспинки (С/А). Измерено 790 особей (432 самца и 358 самок). Измерения проводились штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Для максимально объективного анализа изменчивости мы провели исследование с целью выявления возможных отличий выборок, обусловленных особенностями года сбора материала.

Таблица 1

**Анализ достоверности принадлежности жужелицы *C. menetriesi*
болотных массивов «Дикое» и «Званец» разным генеральным совокупностям**

Фактор	A	B	C	D	A/B	C/D	C/A
Зависимость от года сбора							
Самцы	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,05	P>0,05	P<0,001
Самки	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P>0,05	P>0,05	P>0,05
Зависимость от места сбора							
Самцы	P>0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05	P<0,05	P>0,05	P>0,05
Самки	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05

Примечание: Жирным шрифтом выделены достоверные различия.

Жуки изучаемого вида, как и большинство жужелиц рода *Carabus*, не летают. Данный факт позволяет предполагать эффективное влияние географических изолирующих механизмов и, как следствие, достаточно дробную структурированность вида на популяции. В этом случае может идти как процесс однопобликованного приспособления особей к конкретным условиям того или иного региона в пределах ареала вида, однородного по своим условиям и отличающегося от соседних, аналогичных по масштабам, регионов, так и образование разных географических популяций одного вида как результат данного процесса. С целью установления межпопуляционных границ по перепадам в частотах фенотипов произведено исследование изменчивости жужелицы *C. menetriesi*, которое заключалось в учете и анализе соотношения в выборках из разных популяций фенотипов - дискретных, видимых обычным глазом признаков. Важнейшим признаком в диагностике *Carabus* является скульптура надкрылий. Каждое надкрылье имеет три ряда первичных ямок [9]. Изменчивость их количества у жужелицы *C. menetriesi* является типичным примером проявления флуктуирующей асимметрии, или незначительных ненаправленных отклонений от строгой билатеральной симметрии [10]. Предполагается, что такие дискретные вариации признаков могут служить маркерами генотипа и являются фенотипами.

Статистическая обработка данных проведена по общепринятой методике с использованием пакетов Microsoft Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение

Во всех изученных выборках самки крупнее самцов практически по всем приведенным показателям ($P<0,05$) (табл. 2), поэтому при сравнении выборок этого вида мы разделяли их по полу.

Так как изучаемый материал собран в полевые сезоны разных годов, материал первоначально исследовался на предмет выявления изменчивости возможных морфометрических отличий выборок в зависимости от года сбора. Анализ проведен на базе полевых сборов с болотного массива «Званец». Данные, отражающие изучаемые морфометрические характеристики *C. menetriesi*, распределены непараметрически. Поэтому был использован непараметрический аналог однофакторного дисперсионного анализа - критерий Крускала - Уоллиса, не требующий предположения о нормальности распределения. В результате анализа было обнаружено, что практически все изучаемые морфометрические параметры в выборках самцов и самок жужелицы *C. menetriesi*, в разные годы населяющей болотный массив «Званец», достоверно различны (см. табл. 1), причем эти различия можно охарактеризовать как высокозначимые для самцов и самок ($P<0,001$) по показателям A, B, C, D. По относительным индексам зафиксированы значимые по A/B и высокозначимые по C/A отличия только у самцов. Исходя из изложенного, можно отметить существование межгодовых морфометрических отличий у обоих полов в популяциях жужелицы *C. menetriesi*, что, вероятно, связано с влиянием различных климатических и других природных факторов.

Среднее арифметическое ($\bar{X} \pm S^*$), минимальное и максимальные значения морфометрических показателей жужелицы *S. menetriesi* низинных болот Беларуси, мм

Показатели	Болотный массив, год сбора			
	«Дикое» 1999 г.	1999 г.	«Званец» 2004 г.	2003 г.
Самцы (<i>n</i>)	69	121	121	121
Самки (<i>n</i>)	16	114	114	114
Самцы (A)	3,9510,022	3,95+0,013	4,04+0,017	4,09+0,013
Mm	3,3-4,3	3,4-4,5	3,5-4,5	3,7-4,4
Самки (A)	3,9710,075	4,0610,019	4,17+0,020	4,2510,015
lim	3,1-4,4	3,6-4,5	3,5-4,7	3,8-4,7
Самцы (B)	5,61+0,025	5,69+0,027	5,7310,019	5,8710,019
lim	4,9-6,0	4,9-6,5	5,1-6,1	5,4-6,3
Самки (B)	5,91+0,070	5,85+0,029	6,0010,027	6,1310,021
lim	5,5-6,0	5,0-6,0	5,0-6,6	5,5-6,7
Самцы (A/B)	0,7010,003	0,6910,003	0,7010,002	0,7010,002
lim	0,64-0,75	0,57-0,81	0,63-0,79	0,64-0,76
Самки (A/B)	0,67+0,012	0,6910,002	0,69+0,002	0,69+0,002
lim	0,52-0,72	0,63-0,78	0,63-0,75	0,64-0,74
Самцы (C)	12,7310,062	12,7510,049	12,7210,043	13,14+0,041
lim	11,1-13,7	11,4-13,9	11,3-13,5	11,9-14,1
Самки (C)	13,54+0,121	13,43+0,050	13,69+0,050	14,0310,040
lim	12,8-14,4	11,4-14,6	11,8-14,6	12,8-15,0
Самцы (D)	7,34+0,037	7,38+0,031	7,4310,026	7,64+0,027
lim	6,3-7,9	6,1-8,1	6,5-8,1	6,8-8,2
Самки (D)	7,8310,076	7,80+0,034	7,8910,033	8,13+0,029
lim	7,2-8,4	6,8-8,9	6,8-8,7	7,1-8,8
Самцы (C/D)	1,73+0,006	1,72+0,005	1,7110,004	1,72+0,004
lim	1,62-1,89	1,63-1,95	1,61-1,87	1,64-1,82
Самки (C/D)	1,7310,007	1,72+0,004	1,73+0,004	1,7310,004
lim	1,69-1,78	1,62-1,83	1,58-1,85	1,62-1,86
Самцы (C/A)	3,23+0,014	3,23+0,011	3,15+0,011	3,2110,008
lim	3,00-3,56	2,84-3,54	2,88-3,50	3,02-3,56
Самки (C/A)	3,4310,076	3,31+0,011	3,2810,009	3,30+0,010
lim	3,14-4,48	2,98-3,62	3,00-3,59	3,09-3,56

Примечание. Здесь и в табл. 3 * - окр. д. Повитье, ** - окр. д. Новоселки.

Поскольку исследованиями охвачены два болотных массива, расположенных в северо-западной и юго-восточной частях Брестской области, далее материал исследовался на предмет выявления возможных морфометрических отличий населения жужелицы *S. menetriesi* двух низинных болот. Анализ выполнен с использованием непараметрического аналога *t*-теста - критерия Манна - Уитни - только на базе полевых сборов 1999 г., которые проводились параллельно на двух болотах. Один и тот же год сбора в данном случае сводит к минимуму вероятность возможных различий. В результате анализа не выявлено достоверных отличий ни по морфометрическим параметрам, ни по относительным индексам у самок жужелицы *S. menetriesi* двух болотных массивов (см. табл. 1). У самцов обнаружены достоверные отличия по параметру B и по относительному индексу A/B ($P < 0,05$).

Отсутствие статистически достоверных морфометрических отличий вполне обоснованно можно связать с малым размером выборок самцов и самок с болота «Дикое» по сравнению с выборками с болотного массива «Званец», что в дальнейшем и не позволило установить значимых различий морфометрических показателей двух изучаемых популяций. Тем не менее значения средних изучаемых параметров, их ошибок, минимальных и максимальных значений рассчитаны отдельно как по годам исследования, так и по точкам сбора материала (см. табл. 2).

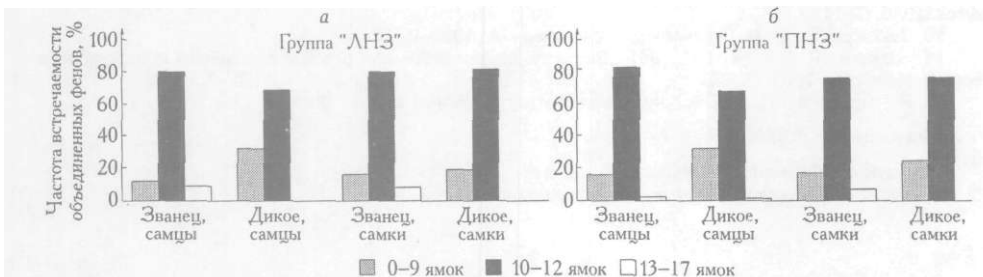
Так как число ямок по обе стороны от шва надкрылий варьирует независимо друг от друга как у самцов, так и у самок, на основании полученных результатов выделены шесть групп признаков: «ЛН1» - число ямок на первом первичном промежутке, «ЛН2» - число ямок на втором первичном промежутке, «ЛН3» - число ямок на третьем первичном промежутке левого надкрылья и «ПН1» - число ямок на первом первичном промежутке, «ПН2» - число ямок на втором первичном промежутке, «ПН3» - число ямок на третьем первичном промежутке

правого надкрылья. На основании выделенных групп признаков и частот вариаций признака каждой группы составлен каталог фенотипов жужелицы *C. menetriesi*.

Таблица 3

Среднее арифметическое, минимальное и максимальное значения числа ямок по обе стороны от шва надкрыльев популяций жужелицы *C. menetriesi* низинных болот Беларуси

Показатели	Болотный массив, год сбора			
	«Дикое» 1999 г.	1999 г.*	«Званец» 2004 г.*	2003 г.**
Самцы (n)	69	121	121	121
Самки (n)	16	114	114	114
Самцы (ЛН1)	10,74±0,132 lim 8-13	11,31±0,149 0-15	11,18±0,103 8-14	11,44±0,106 9-15
Самки (ЛН1)	10,94±0,281 lim 9-13	11,46±0,110 9-14	11,52±0,138 3-15	11,81±0,117 6-14
Самцы (ЛН2)	10,75±0,130 lim 8-13	11,46±0,109 8-14	11,02±0,101 8-14	11,29±0,118 9-16
Самки (ЛН2)	10,56±0,203 lim 9-12	11,44±0,108 6-14	11,24±0,012 7-15	11,20±0,119 7-14
Самцы (ЛН3)	10,10±0,132 lim 8-12	10,93±0,108 9-13	10,58±0,088 8-14	10,76±0,115 7-14
Самки (ЛН3)	10,37±0,239 lim 9-12	10,82±0,123 5-14	10,55±0,121 7-14	11,05±0,132 8-15
Самцы (ПН1)	11,0±0,117 lim 9-13	11,21±0,112 9-14	1,17±0,140 0-14	11,45±0,108 9-15
Самки (ПН1)	11,06±0,170 lim 10-12	11,49±0,109 9-14	11,36±0,126 8-17	11,78±0,130 8-15
Самцы (ПН2)	10,77±0,157 lim 8-14	11,33±0,105 9-14	10,78±0,099 8-13	11,05±0,122 8-15
Самки (ПН2)	10,69±0,237 lim 9-13	11,49±0,108 9-14	11,04±0,130 7-14	11,39±0,122 9-16
Самцы (ПН3)	10,00±0,126 lim 8-13	10,66±0,096 8-13	10,32±0,108 7-13	10,58±0,096 8-13
Самки (ПН3)	10,12±0,256 lim 8-12	10,83±0,119 7-14	10,62±0,126 7-14	10,76±0,125 8-14



Частота встречаемости объединенных фенотипов групп «ЛНЗ» и «ПНЗ» у самцов и самок жужелицы *Carabus menetriesi* двух болотных массивов

Следующий этап обработки данных проведен без учета года сбора материала, так как результаты дисперсионного анализа Крускала - Уоллиса с целью выяснения влияния фактора года на изменчивость числа ямок не были достоверны ($P > 0,05$) (табл. 3). Поскольку статистический анализ одновременно по всем частотам вариантов общего количества ямок достаточно сложен, мы группировали вариации признака на основании сумм частот вариантов: 1) 0-9 ямок, 2) 10-12 ямок, 3) 13-17 ямок. В результате объединения получены 72 группы фенотипов. В качестве примера значений частот анализируемых групп на рисунке отражена встречаемость объединенных фенотипов групп «ЛНЗ» и «ПНЗ». Достоверность отличий частот всех указанных признаков для самцов и самок *C. menetriesi* проверялась G-тестом [11], значения которого сравнивались с табличным значением при $P = 0,05$ [12]. Анализ гистограмм трех объединенных групп фенотипов выявил, что как у самцов, так и у самок жужелицы существуют фенетические различия, которые указывают, возможно, на генетические различия населения *C. menetriesi* обоих болотных массивов. Наиболее заметны эти изменения по частоте встречаемости признака для следующих групп: ЛН2 - у самок, ЛН3 - у самцов и самок, ПН1 - у самок, ПН3 - у самцов и самок. По ос-

тальным группам также наблюдаются отличия, но в графическом варианте по сравнению с признаками названных групп они выделяются менее четко.

Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что выявленные фенетические различия могут указывать на различия фенотипов популяций жуужелицы *C. menetriesi*, обитающих на низинных болотах «Званец» и «Дикое».

В двух изученных совокупностях жуужелицы *C. menetriesi* нами выявлены:

- 1). достоверные морфометрические отличия между самками и самцами;
- 2). межгодовые морфометрические отличия у особей обоих полов. Год сбора в большей степени влияет на морфометрические параметры, чем на относительные индексы морфометрических промеров самцов и самок жуужелицы *C. menetriesi*, что может быть объяснено большим влиянием различных природных факторов на абсолютные размеры тела и его частей, чем на пропорции;
- 3). достоверные различия фенотипов между жуужелицами двух исследованных болотных массивов.

Последний факт позволяет утверждать, что на болотных массивах «Званец» в Дрогичинском районе и «Дикое» в Пружанском районе сформированы две самостоятельные популяции жуужелицы *C. menetriesi*.

1. Животовский, Л. А. // Журн. общ. биологии. 1979. Т. 40. № 4. С. 587.
2. Яблоков, А. В., Ларина, Н. И. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций. М., 1985. С. 131.
3. Александрович, О. Р. // Фауна и экология жесткокрылых Беларуси. Мн., 1991. С. 43.
4. Красная Книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. Мн., 2004. С. 217.
5. Минец, Р. Л. // Итоги и перспективы гидроэкологических исследований: Материалы Междунар. науч. конф., Минск, 25-26 нояб. 1999 г., Мн. 1999. С. 162.
6. Минец, Р. Л. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 2000. № 2. С. 56.
7. Новоженков, Ю. И. // Зоол. журн. 1978. Т. 57. Вып. 6. С. 857.
8. Минец, Р. Л. // Разнообразие животного мира Беларуси: итоги изучения и перспективы сохранения: Материалы Междунар. науч. конф., Минск, 28-30 нояб. 2001 г. Мн., 2001. С. 107.
9. Шиленков, В. Г. Жуужелицы рода *Carabus* L. (Coleoptera, Carabidae) Южной Сибири. Иркутск, 1996. С. 14.
- Ю. Захаров, В. М. Асимметрия животных. М., 1987. С. 17.
11. Sokal, R. R., Rohlf, J. F. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. New York, 2001. P. 738.
12. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика. Мн., 1967. С. 321.

Поступила в редакцию 10.03.05.

Маргарита Леонидовна Минец - ассистент.
Василий Витальевич Гречик - заведующий кафедрой.

УДК 582.288:631.53.011.2

М.А. СТАДНИЧЕНКО, В.Д. ПОЛИКСЕНОВА

ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА *BOTRYTIS CINEREA* PERS. НА СПОРОФИТНОЕ И ГАМЕТОФИТНОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТОМАТА

Botrytis cinerea Pers. may cause to great degree losses of solanaceae crops yield. The influence of this fungus metabolites have been studied on germinating seeds and pollen, as well as on the germ and growth pipes formation of tomato. The selective inhibition on germinating seeds and pollen have been established.

В большинстве случаев причиной экономических потерь сельскохозяйственного производства во всех странах мира являются инфекционные болезни растений, вызываемые паразитическими грибами. В результате угнетения роста и развития поврежденных растений снижается качество получаемой продукции. За последние несколько десятков лет потери урожая от болезней составляют 20-30 % ежегодно вне зависимости от географического положения, степени промышленного развития, специфики возделываемых культур и природно-климатических условий [1].