ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ ЖУЖЕЛИЦ БАРГУЗИНСКОГО ХРЕБТА НА ПРИМЕРЕ *CARABUS ODORATUS BARGUZINICUS* (SHIL, 1996)

Т. Л. Ананина¹, Р. А. Суходольская²

¹ ФГБУ «Заповедное Подлесье», Улан-Удэ, Россия, t.l.ananina@mail.ru

² Институт проблем экологии и недропользования АН
Республики Татарстан, Казань, Россия, ra5suh@rambler.ru

Приведены результаты анализа высотной изменчивости морфометрической структуры выборок *Carabus odoratus barguzinicus* (Shil., 1996). Особенности морфометрической структуры, наряду с различиями исходных размеров мерных признаков, позволяют предположить, что между низко- и высокогорной популяциями не существует постоянного генетического обмена.

Ключевые слова: Баргузинский хребет, жужелицы, популяции, высотный градиент, морфометрическая структура.

Введение

Жуки семейства жужелиц как объект экологического мониторинга представляют значительную долю в общем разнообразии энтомофауны Баргузинского хребта и являются удобной группой для исследования популяционных и других проблем (Ананина, 2011). Морфологические структуры популяций проясняют процессы приспособления организмов к среде и формирования их взаимоотношений. Жуки-жужелицы в этом отношении остаются малоизученными (Venn, 2007; Koivula, 2011). Кроме того, для выяснения интересующих нас внутри- и межпопуляционных взаимосвязей, которые не могут быть определены другими методами и не поддаются экспериментальной проверке, мы применили эколого-морфологический подход (Гелашвили и др., 2011).

В основу статьи положены результаты анализа морфометрического анализа выборок жужелицы *Carabus odoratus barguzinicus* (Shil., 1996) – байкальского подвида сибирского вида, эндемика Баргузинского хребта, широко представленного во всех отделах высотно-поясного ряда (460–1800 м над у.м.). Показатели численности у *C. odoratus* в районе исследований значительно превышают таковые у других видов, поэтому он, наравне с *Pterostichus dilutipes* (Motsch., 1844) и *Pteros-*

tichus montanus (Motsch., 1844), рассматривался нами в качестве лидирующего (Ананина, 2006, 2009, 2012). Высотный градиент – важнейший структурообразующий фактор (Ананина, 2011).

Целью данного исследования было выяснение особенностей морфометрической структуры локальных популяций жужелицы *C. odoratus* высотного ряда Баргузинского хребта.

Материал и методы

Материалы собраны по общепринятой методике почвенных ловушек (Barber, 1931) на 30-километровом высотном трансекте, протянувшемся от побережья оз. Байкал до гольцов Баргузинского хребта в центральной части территории Баргузинского государственного природного биосферного заповедника. Общий принцип заложения стационарных площадей для наблюдений за жужелицами был определен высотной поясностью, характерной для Баргузинского хребта. Для удобства оперирования с полученными данными трансект разбили на выделы – нижняя, средняя и верхняя часть хребта, обозначив как: низкоегорье (5–17 км от берега оз. Байкал, 500–700 м над у. м.), среднегорье (20–25 км, 701–1300 м) и высокогорье (25–30 км, 1301–1700 м над у. м.). В нижней части горнолесного пояса (в низкоегорье) разместились биотопы лиственничник голубичный, сосняк брусничный, кедровник бадановый. В верхней части горнолесного пояса (в среднегорье) – осинник бадановый и пихтарник черничный. В подгольцовый и гольцовый пояса растительности (в высокогорье) вошли березняк парковый, тундра черничная, тундра лишайниковая (рис. 1).

Морфометрические промеры жуков проводились по признакам: длина и ширина надкрылий, длина и ширина переднеспинки, длина головы, расстояние между глаз. Индивидуальные обмеры проводили бинокулярным микроскопом МБС-9 (рис. 2). Всего проанализировано 1300 особей из 8 локальных популяций.

Статистическую обработку материалов проводили в программе Statistica 6.0 for Windows. Использовали дискриминантный анализ и метод главных компонент (Коросов, 2007).

Обсуждение результатов

Результаты дискриминантного анализа выборок жужелиц по комплексу признаков представлены на рис. 3 и в табл. 1.

Обнаружено, что в поле двух дискриминантных осей ярлыки, кодирующие выборки низкогогорий, выделяются в отдельный блок и отстоят от выборок средне- и высокогорий. Это свидетельствует о том, что

морфометрическая структура низогорных популяций отлична от таковых средне – и высокогорных, что подтверждается величинами p , представленными в табл. 1.

Рис. 1. Расположение исследуемых биотопов высотно-поясного ряда Баргузинского хребта

Выборки жуков из лиственничника, сосняка и кедрача, расположенных в низогорной части хребта, по структуре морфометрических признаков имеют малозаметные различия между собой.

Однако они достоверно отличаются от среднегорных (осинника, пихтарника) и высокогорных (березняка, тундр) биотопов, расположенных выше. Низогорная группа биотопов вообще выделяется в отдельный блок (табл. 1). Анализ изменчивости мерных признаков методом главных компонент показал, что первая компонента объясняет 46 % изменчивости у *C. odoratus* в исследуемом регионе – свидетельство хорошей структурированности популяций этого вида и отсутствии явных повреждающих внешних воздействий.

В предыдущих исследованиях уже рассматривалось взаимодействие группы климатических параметров (31 фактор), оказывающих совокупное воздействие на местообитания жужелиц и состояние их численности (Ананина, 2008; Ананин, Ананина, 2011). Результаты влияния

комплекса абиотических факторов, влияющих на численность *C. odoratus* в градиентных условиях отображены на рис. 4.

Рис. 2. Морфометрические признаки жукилицы *C. odoratus*, используемые в работе

Обозначения морфометрических промеров: А – длина надкрылий; Б лев., Б прав. – ширина левого и правого надкрылья; В – длина переднеспинки; Г – ширина переднеспинки; Д – длина головы; Е – расстояние между глаз

Wilks' Lambda, 7061352 approx. $F(14, 614) = 8,333952$ $p < 0,0001$

Рис. 3. Положение выборок *C. odoratus* в поле КДФ

Таблица 1
Уровень достоверности дискриминации значений MD (квадрата расстояния Махаланобиса) между морфометрическими структурами выборок *C. odoratus* из разных биотопов ($p < 0,001$ при $\lambda = 0,7$)

Биотоп	Лиственничник голубичный	Сосняк брусничный	Кедряч бадановый	Осинник бадановый	Пихтарник черничный	Березняк парковый	Тундра черничная	Тундра лишайниковая
Лиственничник голубичный		0,08821	0,14455	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Сосняк брусничный	0,08821		0,68810	0,05325	0,00434	0,00000	0,00032	0,00000
Кедряч бадановый	0,14455	0,68810		0,01984	0,00013	0,00000	0,00039	0,00000
Осинник бадановый	0,00002	0,05325	0,01984		0,13390	0,00006	0,06524	0,00545
Пихтарник черничный	0,00000	0,00434	0,00013	0,13390		0,00032	0,01911	0,28803
Березняк парковый	0,00000	0,00000	0,00000	0,00006	0,00032		0,09130	0,02374
Тундра черничная	0,00000	0,00032	0,00039	0,06524	0,01911	0,09130		0,00400
Тундра лишайниковая	0,00000	0,00000	0,00000	0,00545	0,28803	0,02374	0,00400

А

Б

В

Рис. 4. Динамика глубины снежного покрова (март) (А); среднемесячной температуры воздуха и гидротермического коэффициента (Б); среднемесячных минимальной температуры на почве и температуры почвенных горизонтов (июнь – август) (В) в градиенте Баргузинского хребта

Обозначения биотопов: 1 – лиственничник голубичный, 2 – сосняк брусничный, 3 – кедрач бадановый, 4 – осинник бадановый, 5 – пихтарник черничный, 6 – березняк парковый, 7 – тундра черничная, 8 – тундра лишайниковая

Особенности рельефа, высота над уровнем моря и удаленность от Байкала весьма существенно влияют на метеоусловия в конкретных выделах высотного ряда Баргузинского хребта. Климатические пара-

метры: глубина снежного покрова, средние температуры приземного слоя воздуха, температуры почвенных горизонтов, норма атмосферных осадков, влажность почвы – с ростом абсолютной высоты меняются континуально. Особенно с отметки 700 м (граница выполаживания, среднегорье) на исследуемом ключевом участке Баргузинского хребта происходит резкое увеличение крутизны склонов, глубины снежного покрова (рис. 4 А), значений гидротермического коэффициента. Этим климатическим показателям противостоят приземные температуры воздуха (рис. 4 Б) и температуры почвенных горизонтов (рис. 4 В), которые, напротив, снижаются с высотой. Помимо абсолютной высоты и особенностей ландшафта, температуры на почве подвержены влиянию весенне-летних температурных инверсий (особенность горных систем). По нашим данным, наибольшие показатели минимальной температуры на поверхности почвы отмечены в осиннике, а наименьшие – в лиственничнике и тундре черничной (рис. 4В).

Исходя из анализа климатической характеристики высотного ряда, более теплообеспеченным и оптимальным местообитанием для жужелиц выглядит низкогорный, а менее теплообеспеченными, и, следовательно, пессимальными – средне- и высокогорные выделы хребта. По мнению известного ботаника В.Н. Моложникова (1986), в лесных (низкогорных) комплексах отмечаются самые «комфортные» условия для жизни растений и животных Прибайкалья, которые заметно ухудшаются при движении вверх к гольцовому поясу и вниз к побережью Байкала. Возможно, разница в сроках начала сезонной активности у границы снеготаяния (низкогорье – среднегорье) в зоне выполаживания служит репродуктивным барьером и приводит к формированию своеобразных элементов в морфометрической структуре локальных популяций *C. odoratus* в разных выделах Баргузинского хребта (Ананина, Суходольская, 2012).

Обнаруженные факты изменчивости размеров выборок позволяют предположить, что между низко- и средне-высокогорными популяциями *C. odoratus* отсутствуют межпопуляционные связи, а следовательно, и не существует постоянного генетического обмена. Внутри же выделов в группах популяций такие связи прослеживаются.

Литература

Ананин А. А., Ананина Т. Л. Многолетняя динамика плотности населения птиц и жужелиц на катене Баргузинского хребта (Северное Прибайкалье) //

Известия Самарского научного центра РАН. 2011 .Т. 13(39). № 1(5). С. 1041–1044.

Ананина Т. Л. Особенности жизненных циклов доминантных видов жуужелиц Баргузинского хребта // Популяционная экология животных: мат-лы междунар. конф. «Проблемы популяционной экологии животных», посвящ. памяти И. А. Шиловой. Томск: Томский гос. университет, 2006. С. 201–203.

Ананина Т. Л. Использование метеоданных для оценки связи с динамикой численности доминантных видов жуужелиц в экосистемах Баргузинского хребта (Северное Прибайкалье) // Биология: Теория, практика, эксперимент: мат-лы междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения д-ра биол. наук, проф. Е. В. Сапожниковой. Саранск, 2008. С. 85–87.

Ананина Т. Л. Модели фазовых портретов жуужелиц в характеристике популяции *Carabus odoratus barguzinicus* Shil. (*Coleoptera*, *Carabidae*) в экосистемах Баргузинского хребта // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11. № 1/1. С. 13–15.

Ананина Т. Л. Многолетняя динамика численности жуужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) на катене Баргузинского хребта // Известия Иркутского гос. университета. 2011. Т. 4. № 3: Биология, экология. С. 54–90.

Ананина Т. Л. Применение метода автокорреляционного анализа в исследовании многолетней динамики численности жуужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) Баргузинского хребта // Вестник Бурятского гос. университета. Вып. 4: Биология, география. 2012. С. 112–117.

Ананина Т. Л., Суходольская Р. А. О межпопуляционных связях жуужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) в высотном-поясном градиенте экосистем Баргузинского хребта (на примере *Carabus odoratus barguzinicus* (Shil., 1996) // XIV съезд Русского энтомологического общества (Санкт-Петербург, 27 августа – 1 сентября 2012 г.). Материалы съезда. СПб., 2012. С. 19.

Гелашвили Д. Б., Солнцев Л. А., Якимов В. Н., Суходольская Р. А., Хабибуллина Н. Р., Иудин Д. И., Снегирева М. С. Фрактальный анализ видовой структуры карабидокомплексов урбанизированных территорий (на примере г. Казани) // Поволжский экологический журнал. 2011. № 4. С. 407–420.

Коросов А. В. Специальные методы биометрии: учебн. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 364 с.

Моложников В.Н. Растительные сообщества Прибайкалья. Новосибирск: Наука, 1986. 272 с.

Barber H. Traps for cave-inhabiting insects // J. Elisha Mitchell Sci. Soc. B. 46. 1931. P. 259–266.

Koivula S.M. Evolution of insect life histories in relation to time constraints in seasonal environments // Oulu: University of Oulu, 2011. 70 p.

Venn S. Morphological responses to disturbance in wing-polymorphic carabid species (*Coleoptera*: *Carabidae*) of managed urban grasslands // Baltic Journal of Coleopterology. 2007. Vol. 7(1). P. 51–60.