

УДК 594:575.2

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
МОРФОМЕТРИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ
Xeropicta krynickii Kryn. (GEOPHILA: HYGROMIIDAE)**

Л.Н. Хлус

*Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича
Украина, 58012, Черновцы, Коцюбинского, 2
E-mail: khlus_k@rambler.ru*

Поступила в редакцию 06.03.09 г.

Некоторые аспекты математико-статистического анализа морфометрической структуры популяций *Xeropicta krynickii* Kryn. (Geophila: Hygromiidae). – Хлус Л.Н. – Изучена структура изменчивости расчетных конхологических параметров 12-ти популяций наземного брюхоногого моллюска *Xeropicta krynickii* Kryn. (Geophila: Hygromiidae), населяющего урбанизированные и неурбанизированные биотопы юга Украины. Установлено, что в популяциях ксеропикт из биотопов с одинаковым уровнем урбогенной трансформации формируется близкая структура морфометрической изменчивости. Обобщенная дисперсия и обобщенный коэффициент вариации являются информативными показателями конхологической изменчивости вида.

Ключевые слова: *Xeropicta krynickii*, конхологическая изменчивость, обобщенная дисперсия, обобщенный коэффициент вариации.

Some aspects of mathematico-statistical analysis of the morphometric structure of *Xeropicta krynickii* Kryn. (Geophila: Hygromiidae) populations. – Khlus L.N. – The variability structure of calculated metrical konchological parameters of 12 populations of the terrestrial mollusk *Xeropicta krynickii* Kryn. (Geophila: Hygromiidae) from urbanized and non-urbanized biotopes of the southern Ukraine was studied. A similar structure of morphometrical variability is formed in populations from biotopes with a similar level of urban transformation. The generalized dispersion and generalized variation factor are informative indicators of the konchological variability of the species.

Key words: *Xeropicta krynickii*, konchological variability, generalized dispersion, generalized variation factor.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость изучения адаптивности и изменчивости количественных морфологических признаков, являющихся своеобразными «индикаторами» среды и отражающих ее воздействие на организм животных различных таксономических групп, сомнений не вызывает. Важным аспектом таких исследований считается оценка характера связей между изучаемыми признаками, поскольку система корреляций формируется в самом процессе эволюции (Северцов, 1990).

Проведенный нами ранее корреляционный анализ конхологических показателей наземного брюхоногого моллюска *Xeropicta krynickii* (Krynicky, 1833) из различных местообитаний выявил высокие положительные корреляционные зависимости между метрическими параметрами раковин (Хлус, 2008). Наибольшая теснота корреляций наблюдалась между габитуальными признаками как при отдельной оценке корреляционных зависимостей выборок моллюсков из одной популяции с полосатыми и бесполосыми раковинами (Хлус, Олійник, 2003), так и при

анализе обобщенных выборок (Хлус, Олійник, 2005). В урбанизированной среде с высоким уровнем рекреационной нагрузки более 3/4 корреляционных связей комплекса конхологических признаков *X. krynickii* принадлежало двум корреляционным плеядам, «признаками-индикаторами» которых являются большой диаметр раковины и отношение ширины устья к высоте раковины (Хлус, Олійник, 2005). Анализ варибельности конхологических параметров с применением методов многомерной статистики (Хлус, 2008) позволил констатировать выраженные различия между двумя группами изученных популяций и существенный вклад в морфометрическую изменчивость вида факторов общих пропорций и спирализации раковины, однако не дал возможности однозначно оценить, исходя из структуры внутри- и межпопуляционной изменчивости, степень антропогенных влияний на биоценозы.

Целью данной работы стал сравнительный анализ структуры метрической конхологической изменчивости пространственно разобщенных популяций *X. krynickii* юга Украины с использованием обобщенных дисперсий и коэффициентов вариации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

X. krynickii (Mollusca: Gastropoda: Geophila) – один из двух зарегистрированных в Украине видов рода *Xeropicta* Monterosato, 1893, ареал которого охватывает Северо-Восточное Средиземноморье: Балканский полуостров, Грецию, Малую Азию, Иран (Лихарев, Раммельмейер, 1952; Шилейко, 1978). Вид широко распространен по территории Крымского полуострова (Попов, Коваленко, 2000), встречается также в Одесской, Николаевской и Херсонской областях (Сверлова, 2006), населяет городские биотопы и окрестности Новороссийска и Анапы, обнаружен в окрестностях Астрахани (Кантор, Сысоев, 2005). Встречается на Ленкоранской низменности, откуда по долинам горных рек поднимается до нагорно-степной зоны Талыша; описан в западной части Копетдага.

Исследования последних двух десятилетий показали, что в условиях юга Украины у ксеропикт наблюдается расширение ареала (в значительной мере обусловленное антропохорным расселением) и изменение спектра заселяемых биотопов (Попов, Коваленко, 2000). В настоящее время и *X. krynickii*, и *X. derbentina* (Крупіcki, 1833) не только широко распространены во всех природно-климатических районах Крымского полуострова, но и являются доминирующими элементами наземной малакофауны большинства биоценозов (Попов, Драгомощенко, 1997). Для крымских видов рода *Xeropicta* характерен годичный жизненный цикл; период яйцекладки начинается в сентябре, а в августе в яйцеводах моллюсков из горных, предгорных и равнинных районов Крыма обнаруживаются зрелые яйца (Землякова, Попов, 2001).

Предмет исследования – раковины половозрелых моллюсков из пространственно разобщенных популяций, населяющих урбанизированные и природные местообитания Крыма и Одесской обл. (табл. 1).

Для оценки антропогенного влияния на конхологическую изменчивость *X. krynickii* анализировали раковины моллюсков, собранных из городских биотопов (выборки 1 – 5), пригородных (выборки 6, 7, 10 – 12) и природных (выборки 8, 9) местообитаний в течение одного вегетационного сезона. Для выявления воз-

возможного влияния погодных-климатических условий на размерные характеристики раковин и характер их изменчивости из одного локалитета (АР Крым, г. Белогорск, велотрек) моллюсков отбирали трижды, причем метеорологические условия в 1998 и 2002 гг. были схожими и отображали в целом среднесезонные региональные характеристики температуры и влажности, а 2004 г. характеризовался дождливым и относительно прохладным летом. Сборы осуществляли в период с 27 – 28 июля по 20 – 22 августа, что позволяет корректно сравнивать животных из разных местообитаний, собранных в течение одного вегетационного сезона. По описанной ранее схеме (Сверлова и др., 2006) измеряли: высоту (ВР), большой (БД) и малый (МД) диаметры раковины, высоту (ВУ) и ширину (ШУ) её устья; рассчитывали условный объем раковины (ОР), периметр (ПрУ) и площадь (ПЛУ) устья. Всего измерено 5372 раковины. Достоверность межпопуляционных различий конхологических показателей подтверждали, используя *t*-критерий Стьюдента. Рассчитывали параметрические коэффициенты корреляции упомянутых параметров (*r*) (Лакин, 1990). Матрицы интеркорреляций использовали как первичный массив для расчета обобщенных дисперсий.

Таблица 1

Характеристика выборок изученных популяций *X. krynickii*

№ вы-борки	Место и время сбора	Характеристика биотопа	Объем выборки
1	Украина, АР Крым, г. Белогорск, 2002 г.	Пойма р. Бинок-Карасу (селитебная зона, частная застройка), травянистая растительность	737
2	Там же	Пустырь на ул. Мира (центр города, возле кладбища), травянистая растительность	563
3	Украина, г. Одесса, район пляжа «Аркадия», 2002 г.	Рекреационная зона; склоны, поросшие травой и кустарником	645
4	Украина, АР Крым, г. Феодосия, 2002 г.	Неухоженный газон на ул. Крымской (5 – 9-этажная застройка, вдали от пляжной зоны, широкие газоны) травянистая растительность, в основном злаки	827
5	Украина, АР Крым, г. Феодосия, 2003 г.	Газоны на ул. Гарнаева (5-ти этажная застройка, вдали от пляжной зоны), травянистая растительность, изредка – кусты и деревья	276
6	Украина, АР Крым, г. Белогорск, 2004 г.	Велотрек (окраина города; рекреационная зона, периодически – выпас коз), травянисто-кустарниковая растительность (преобладает дреза)	289
7	Украина, АР Крым, г. Белогорск, 2002 г.	То же	98
8	Украина, АР Крым, Бахчисарайский район, урочище Тыр-Ер, 1998 г.	Долина реки Байчак, травянисто-кустарниковая растительность, изредка – деревья	458
9	Украина, Одесская обл., Килийский район, 1997 г.	Залежь, травянистая растительность	117
10	Украина, АР Крым, г. Феодосия, 2003 г.	Район Генуэзской крепости (окраина); травянистая растительность	442
11	Украина, АР Крым, г. Судак, 1998 г.	Пустырь у горы Алчак (окраина, рекреационная зона; граница пляжной зоны и заповедного урочища «Алчак-Кая»), травянистая растительность	491
12	Украина, АР Крым, г. Белогорск, 1998 г.	Велотрек (см. характеристику выборки 6)	429

Для комплекса из 3-х признаков обобщенную дисперсию рассчитывали по формуле (Животовский, 1980):

$$\mathfrak{B}_3^2 = (\sigma_1^2 \times \sigma_2^2 \times \sigma_3^2)^{1/5} \times (\text{Det}(R_3))^{1/3},$$

где σ_i^2 – дисперсия i -го конхологического параметра; $i = 1, 2, 3$; $\text{Det}(R_3)$ – определитель корреляционной матрицы R .

Выборочные обобщенные дисперсии сравнивали с использованием значения критических точек F -распределения Фишера (F_{st}) со степенями свободы ($V_k; V_j$).

Число степеней свободы для k -й выборки определяли по формуле:

$$V_k = p_k^2 / (\ln(n_k) - \ln(n_k - p_k - 1)),$$

где k – порядковый номер выборки; p_k – число признаков, на основе которых рассчитывалась обобщенная дисперсия (в нашем случае $p=3$); n_k – число животных в k -й выборке ($n_k \gg p_k$); $k=1, 2, 3, \dots, 12$.

Обобщенная дисперсия – аналог дисперсии единичного признака, оценивающий изменчивость на уровне комплекса признаков, – удовлетворяет следующим существенным условиям (Животовский, 1980): рассчитывается на основе корреляционной матрицы; инвариантна относительно линейного преобразования признаков; при увеличении/уменьшении масштаба всех признаков в одинаковое число раз (M) обобщенная дисперсия увеличивается/уменьшается в M^2 раз; нормирована на количество признаков, что позволяет использовать ее для анализа выборок с различным их числом. Определитель корреляционной матрицы всегда меньше 1 ($\text{Det}(R_p) < 1$), поэтому наличие корреляционных связей уменьшает обобщенную дисперсию.

Обобщенный коэффициент вариации для комплекса из 3-х признаков рассчитывали по формуле (Животовский, 1980):

$$Cv_3 = \mathfrak{B}_3 / M_3\#,$$

где $\mathfrak{B}_3 = \sqrt{\mathfrak{B}_3^2}$ – корень квадратный из обобщенной дисперсии; $M_3\# = (M_1 \times M_2 \times M_3)^{1/3}$ – среднее геометрическое средних значений конхологических параметров; $M_i = \sum x_i / n_i$ – среднее значение i -го исследуемого конхологического параметра.

Для обобщенных дисперсий \mathfrak{B}_3^2 определяли уравнение аллометрии:

$$\mathfrak{B}_3^2 = B_i \times (\sigma_i^2)^{\lambda_i},$$

где $i=1, \dots, 3$; σ_i^2 – дисперсия i -го признака, на основе которой рассчитывали \mathfrak{B}_3^2 ; B_i, λ_i – параметры уравнения аллометрии, которые рассчитывали по формулам:

$$\lambda_i = Cv_3 / Cv_{i_3},$$

$$B_i = \mathfrak{B}_3^2 * (\sigma_i^2)^{-\lambda_i},$$

где Cv_3 – обобщенный коэффициент вариации для комплекса из 3-х признаков; Cv_i – коэффициент вариации i -го признака, на основе которого рассчитывали \mathfrak{B}_3^2 .

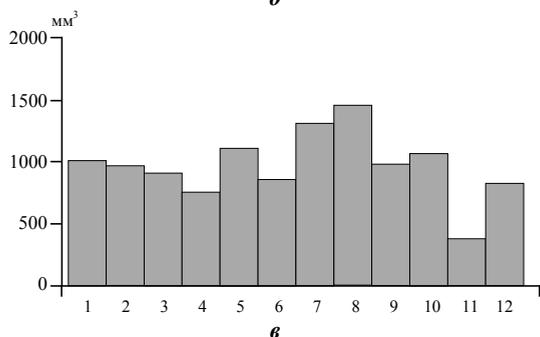
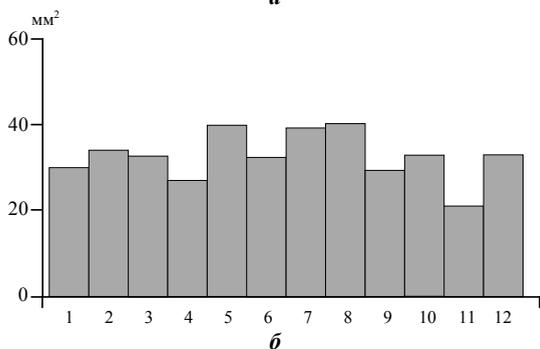
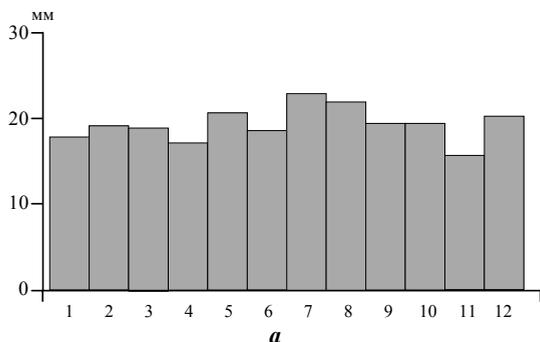
Расчеты производили при помощи пакета прикладных офисных программ MS Excel 2000.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка значений обобщенных дисперсий, рассчитанных на основе матриц интеркорреляций габитуальных и устьевых параметров раковин (Хлус, 2009), по-

зволюла предположить, что в популяциях ксеропикт, населяющих биотопы с одинаковым уровнем урбанизации, формируется близкая структура морфометрической изменчивости, стойко сохраняющаяся во времени.

Для верификации полученных результатов в данной работе в качестве исходных данных для формирования первичного массива (корреляционной матрицы) использовали интегральные показатели, являющиеся результирующими для не-



Размерные характеристики раковин *X. krynickii* из различных популяций (нумерация биотопов см. табл. 1): *a* – периметр устья, *b* – площадь устья, *v* – объем раковины

скольких основных конхологических параметров и характеризующие различные аспекты адаптивности моллюсков к условиям среды: ОР, ПрУ и ПлУ (рисунок) и еще один показатель комплексной статистической обработки, базирующийся на значениях обобщенной дисперсии – обобщенный коэффициент вариации. Избранные конхологические показатели характеризуются средним (ПрУ: $C_v = 6.97 - 16.41\%$; ПлУ: $C_v = 13.17 - 27.93\%$) и достаточно высоким (ОР: $C_v = 19.52 - 41.10\%$) размахом варьирования, что позволяет отнести их к группе «экологических индикаторов» – наиболее чувствительных к различиям средообразующих факторов. При этом именно условиям внешней среды, в том числе случайным воздействиям, принадлежит ведущая роль в изменчивости этой группы признаков (Ростова, 1990).

Результаты вычисления обобщенных дисперсий и обобщенных коэффициентов вариации для выбранного комплекса показателей приведены в табл. 2.

Поскольку обобщенная дисперсия, как известно, увеличивается с возрастанием тесноты корреляции между признаками (Животовский, 1980), обобщенный коэффициент вариации также возрастает при усилении корреляционных связей (свойство, противо-

положное свойству коэффициента вариации единичного признака). Сила взаимосвязей параметров изменчивости возрастает в динамической изменчивости (при реакции на изменение внешних факторов) и в неблагоприятных условиях существования популяции. В индивидуальной изменчивости значений дефинитивных признаков увеличение уровня детерминированности признаков происходит параллельно увеличению размаха вариации (Ростова, 1990). Таким образом, увеличение обобщенных дисперсии и коэффициента вариации, очевидно, может быть индикатором изменения условий существования (возможно, их отклонения от оптимума).

Таблица 2

Обобщенная дисперсия ($\bar{\sigma}_3^2$) и обобщенный коэффициент вариации (Cv_3) для комплекса из трех расчетных параметров (ПЛУ, ПрУ, ОР) раковин *X. krynickii*

№ биотопов	$\sigma_1^2 \times \sigma_2^2 \times \sigma_3^2$	$Det(R_3)$	$M_3\#$	$\bar{\sigma}_3^2$	n	v_i	$Cv_3, \%$
1	119.530	0.046	85.546	42.720	733	2191	7.64
2	218.894	0.012	89.816	49.585	563	1681	7.84
3	534.082	0.005	86.851	89.184	645	1927	10.87
4	249.903	0.008	75.293	49.858	827	2473	9.38
5	243.487	0.015	100.674	60.394	276	820	7.72
6	120.657	0.024	83.620	34.866	289	859	7.07
7	319.589	0.053	94.588	120.129	98	286	11.59
8	210.665	0.125	113.203	105.399	457	1363	9.07
9	258.639	0.016	86.477	65.749	117	343	9.38
10	216.860	0.045	91.977	77.3420	441	1315	9.56
11	118.762	0.187	54.595	67.931	491	1465	15.10
12	272.979	0.098	85.874	125.752	429	1279	13.06

Примечание. Нумерацию биотопов см. табл. 1.

Исходя из этого, на основе полученных значений обобщенного коэффициента вариации (см. табл. 2) можно заключить, что моллюски третьей (Одесса, пляжная зона), седьмой (велотрек, 2002 г.), одиннадцатой (Судак, пляжная зона) и двенадцатой (велотрек, 1998 г.) выборки подвержены более выраженному влиянию факторов среды, чем животные из других изученных популяций.

Для проверки полученных результатов определили уровень различий между обобщенными дисперсиями исследуемого комплекса расчетных параметров по критерию Фишера (табл. 3). Видно, что обобщенные дисперсии групп (1, 2, 4), (3, 8), (5, 9, 10, 11) и (7, 12) достоверно не различаются. В то же время различия между группой (7, 12) и выборкой 6 (все три выборки – из одного локалитета, но собраны в разные годы, различающиеся погодными условиями, см. табл. 1) достоверны. Таким образом, характер внутривидовой изменчивости ксеропикт в пределах одной локальной популяции в целом сохраняет постоянство во времени, но существенно зависит от климатических особенностей конкретных лет. Сравнивая полученные данные с результатами анализа обобщенных дисперсий комплекса метрических конхологических признаков, описанными нами ранее (Хлус, 2009), можно сделать вывод о значительном сходстве раковин внутри групп (2, 4 – городские популяции Белогорска и Феодосии и 7, 12 – выборки из одной популяции (Белогорск, велотрек), собранные в разные годы, но с близкими погодными условиями).

Таблица 3

Фактические значения F -критерия Фишера
для обобщенных дисперсий расчетных параметров раковин *X. krynickii*

№ биотопа	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
1	<i>2.94</i>	<i>1.59</i>	<i>1.81</i>	<i>1.54</i>	<i>2.47</i>	<i>2.81</i>	<i>1.23</i>	<i>1.41</i>	1.17	<i>2.09</i>	1.16
2	<i>2.54</i>	<i>1.37</i>	<i>1.56</i>	<i>1.33</i>	<i>2.13</i>	<i>2.42</i>	<i>1.42</i>	<i>1.22</i>	1.01	<i>1.80</i>	
3	<i>1.41</i>	<i>1.31</i>	1.15	<i>1.36</i>	1.18	<i>1.35</i>	<i>2.56</i>	<i>1.48</i>	<i>1.79</i>		
4	<i>2.52</i>	<i>1.36</i>	<i>1.55</i>	<i>1.32</i>	<i>2.11</i>	<i>2.41</i>	<i>1.43</i>	<i>1.21</i>			
5	<i>2.08</i>	1.12	<i>1.28</i>	1.09	<i>1.75</i>	<i>1.99</i>	<i>1.73</i>				
6	<i>3.61</i>	<i>1.95</i>	<i>2.22</i>	<i>1.89</i>	<i>3.02</i>	<i>3.45</i>					
7	1.05	<i>1.77</i>	<i>1.55</i>	<i>1.83</i>	1.14						
8	<i>1.19</i>	<i>1.55</i>	<i>1.36</i>	<i>1.60</i>							
9	<i>1.91</i>	1.03	1.18								
10	<i>1.63</i>	1.14									
11	<i>1.85</i>										

Примечание. Полу жирным курсивом выделены значения F -критерия для пар сравнения, различия между которыми достоверны. Нумерацию биотопов см. табл. 1.

Обобщенный коэффициент вариации принимает наибольшие значения для 3, 7, 11 и 12 выборок, что может свидетельствовать о незначительной дифференциации конхологических признаков моллюсков из этих популяций. Все они населяют биотопы, испытывающие существенную рекреационную нагрузку (см. табл. 1), что, вероятно, в определенной степени обуславливает близкий характер структуры морфологической изменчивости, поскольку известно, что пресс среды приводит к снижению варибельности признаков – «сужению» изменчивости. Близкие значения обобщенных коэффициентов вариации в группах 8, 9, 10 – естественные и слабо урбанизированные местообитания и 1, 2, 5 – городские биотопы, расположенные вдали от пляжных зон, подтверждают это предположение. Ранее Л.А. Животовским (1980) было показано, что увеличение обобщенных параметров может происходить за счет трех процессов: усиления корреляционных связей между признаками (соответственно $Det(R_3)$ уменьшается), увеличения дисперсий исходных признаков ($\sigma_1^2 \times \dots \times \sigma_3^2$ увеличивается) и уменьшения общих размеров раковин ($M_3\#$ уменьшается). Исходя из этого, можно утверждать, что анализ только всего спектра возможных причин увеличения обобщенных параметров позволяет корректно судить о структуре изменчивости изучаемых признаков. Направленность изменений исследуемых параметров (оцененная относительно средних значений соответствующих параметров для всего массива данных) отражена в табл. 4.

Очевидно, что возрастание \bar{V}_3^2 и Cv_3 для выборок из Белогорска (7, 12) и Одессы (3) обусловлено увеличением размаха вариации исходных признаков, а увеличение Cv_3 в судакской популяции (11) происходит за счет уменьшения общих размеров раковин (см. табл. 4). Уменьшение обобщенных параметров признаков 4-й и 9-й выборок сопряжено с ослаблением корреляционных связей между ними, а уменьшение Cv_3 у 8-й обусловлено значительным увеличением общих размеров раковин (см. табл. 2, 4).

Таким образом, сравнивая результаты, полученные для популяций из биогеоценозов, испытывающих рекреационную нагрузку, можно заключить, что клима-

то-биотопические условия местообитаний животных из выборок 3, 7, 12 в целом благоприятны для ксеропикт, а 11-я («судакская» популяция) населяет биотоп с достаточно жесткой комбинацией факторов среды. Аналогично проведенный анализ свидетельствует о неблагоприятных условиях существования для моллюсков 6-й выборки (тот же локалитет, что и для выборок 7 и 12, но с менее благоприятными для вида погодными условиями). Менее жесткий пресс внешних факторов на ксеропикт из 1-, 4- и 9-й выборок отражается, вероятно, в ослаблении корреляционных связей между конхологическими параметрами. Достаточно комфортные условия местообитаний при незначительных урбанизационных влияниях обеспечивают моллюскам 2-, 5- и 10-й выборки относительное увеличение габитуальных показателей.

Таблица 4

Направленность изменений параметров раковин *X. krynickii* для расчетных конхологических признаков (ПрУ, ПлУ, ОР)

№ биотопа	$\sigma_1^2 \times \sigma_2^2 \times \sigma_3^2$	Det (R ₃)	M ₃ #	B ₃ ²	CV ₃
1	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0
3	1	0	0	1	1
4	1	0	0	0	0
5	1	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1
8	0	1	1	1	0
9	1	0	0	0	0
10	0	0	1	1	0
11	0	1	0	0	1
12	1	1	0	1	1

Примечание. Относительное увеличение значения соответствующего параметра обозначено 1, относительное уменьшение – 0; № выборки см. табл. 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное с помощью обобщенных параметров исследование подтвердило сделанное нами ранее на основе морфометрического, корреляционного и факторного анализов заключение о негативном влиянии рекреационной нагрузки на популяцию *X. krynickii* в г. Судак (Хлус, Олійник, 2003, 2005). В целом полученные результаты позволяют дифференцировать «уровень благоприятности» условий существования для моллюсков из анализируемых популяций. Мы вывели уравнения аллометрии, связывающие обобщенную дисперсию с дисперсиями исходных признаков (ПрУ, ПлУ, ОР):

$$B_3^2 = (\sigma_{ПрУ}^2)^{0.98}; B_3^2 = 1.95(\sigma_{ПлУ}^2)^{0.55}; B_3^2 = 3.11(\sigma_{ОР}^2)^{0.33}.$$

Показатели степени в полученных уравнениях удовлетворяют правилу Шмальгаузена о соотношениях между линейными, плоскостными и объемными размерами тела животных (Шмальгаузен, 1968) (1/0.98≈1; 1/0.55≈2; 1/0.33≈3).

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что обобщенная дисперсия и обобщенный коэффициент вариации – информативные показатели морфометрической конхологической изменчивости *Xeropicta krynickii*, отвечающие правилу аллометрических соотношений и хорошо аппроксимирующиеся степенными функциями.

Моллюски из Килийского р-на Одесской обл. и Бахчисарайского р-на АР Крым любезно предоставлены нам для анализа А.Н. Шкляруком, за что автор ему искренне благодарна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Животовский Л.А.* Меры популяционной изменчивости комплекса количественных признаков // Журн. общ. биологии. 1980. Т. 41, № 2. С. 177 – 191.
- Землякова Н.Н., Попов В.Н.* Морфологическая изменчивость горной популяции наземного моллюска *Xeropicta krynickii* (Gastropoda; Hygromiidae) из Крымского природного заповедника // Заповедники Крыма на рубеже тысячелетий: Материалы респ. конф. Симферополь, 2001. С. 38 – 40.
- Кантор Ю.И., Сысоев А.В.* Каталог моллюсков России и сопредельных стран. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2005. 625 с.
- Лакин Г.В.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
- Лихарев И.М., Раммельмейер Е.С.* Наземные моллюски фауны СССР. Определители по фауне СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952. Т. 43. 511 с.
- Попов В.Н., Драгомощенко Л.А.* Аллометрический рост раковины наземного моллюска *Xeropicta derbentina* (Gastropoda; Pulmonata) из юго-западного Крыма // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. Киев, 1997. С. 121 – 122.
- Попов В.Н., Коваленко И.С.* Географическое распространение наземных моллюсков рода *Xeropicta* Monterosato, 1892, в Крыму – естественное расселение и влияние антропогенных факторов // Чтения памяти А.А. Браунера: Материалы конф. Одесса: АстроПринт, 2000. С. 23 – 29.
- Ростова Н.С.* Изменчивость морфологических признаков // Фенетика природных популяций: Материалы 4-го Всесоюз. совещ. / Ин-т биологии развития АН СССР. М., 1990. С. 246 – 248.
- Сверлова Н.В.* О распространении некоторых видов наземных моллюсков на территории Украины // Ruthenica. 2006. Т. 16, № 1 – 2. С. 119 – 139.
- Сверлова Н.В., Хлус Л.М., Крамаренко С.С., Сон М.О., Леонов С.В., Король Э.Н., Вычалковская Н.В., Земоглядук К.В., Кирпан С.П., Кузьмович М.Л., Стенько Р.П., Ференц О.Г., Шклярчук А.Н., Гураль Р.И.* Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде. Львов, 2006. 226 с.
- Северцов А.С.* Внутривидовое разнообразие как причина эволюционной стабильности // Журн. общ. биологии. 1990. Т. 51, № 5. С. 579 – 589.
- Хлус Л.Н.* Конхологическая изменчивость наземного брюхоногого моллюска *Xeropicta krynickii* (факторный анализ) // Проблемы почвенной зоологии: Материалы XV Всерос. совещ. по почвенной зоологии. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. С. 162 – 165.
- Хлус Л.Н.* Конхологическая изменчивость *Xeropicta krynickii* Kгуп. (Geophila: Hygromiidae) (анализ обобщенных дисперсий) // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Естественные науки. 2009. Вып. 8, № 3 (58). С. 39 – 43.
- Хлус Л.М., Олійник О.Д.* Конхологічна мінливість *Xeropicta krynickii* Кгуп. (кореляційний аналіз) // Біорізноманіття як ключовий елемент збалансованого розвитку: регіональний аспект: Матеріали Всеукр. конф. молодих вчених. Миколаїв: Вид-во Миколаїв. держ. ун-ту, 2003. С. 210 – 213.
- Хлус Л.М., Олійник О.Д.* Структура конхологічної мінливості локальної популяції *Xeropicta krynickii* (Geophila: Hygromiidae) в урболандшафті // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах: Материалы III Междунар. науч. конф. Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та, 2005. С. 225 – 227.
- Шилейко А.А.* Наземные моллюски надсемейства Helicoidea. Фауна СССР. Моллюски. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. Т. 3, вып. 6. 384 с.
- Шмальгаузен И.И.* Факторы эволюции. М.: Наука, 1968. 452 с.