

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ АЛЛОМЕТРИИ РАКОВИНЫ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ МОРЯ

Варигин А.Ю. – к.б.н., с.н.с.

ГУ «Институт морской биологии Национальной академии наук Украины», sealife_1@email.ua

Показана экологическая изменчивость параметров аллометрии раковины у мидии *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, обитающей в различных районах северо-западной части Черного моря, существенно различающихся по гидролого-гидрохимическому режиму, характеру грунта, глубине, удаленности от берега и степени влияния стока крупных рек. В качестве основного интегрального экологического показателя использована глубина обитания мидий, которая в значительной степени определяет уровень освещенности, температурный режим, а также характер кормовой базы моллюсков. С увеличением глубины от 7 до 30 м показатель степени в аллометрическом уравнении связи массы раковины с общей массой моллюсков увеличивался от 0,85 до 1,04. С помощью корреляционно-регрессионного анализа продемонстрирована прямо пропорциональная зависимость этого показателя ($r = 0,8094$) от глубины обитания животных. Мидии, обитающие в прибрежных мелководных районах, а также находящиеся под влиянием вод р. Дунай, проявляли отрицательную аллометрию изучаемых параметров. Доля массы раковины в общей сырой массе у этих мидий колебалась в пределах от 34,9 до 53,7 %. Моллюски из сравнительно глубоководных районов, наиболее удаленных от устьев рек, в изучаемом соотношении проявляли положительную аллометрию. Доля массы раковины в общей сырой массе у мидий из этих районов составляла 46,9–69 %.

Ключевые слова: *Mytilus galloprovincialis*, аллометрия, глубина, северо-западная часть Черного моря.

Введение

Раковина двустворчатых моллюсков не только защищает мягкое тело этих животных, но и служит им своеобразным наружным скелетом (Зайка и др. 1990). Известно, что по мере роста доля этого скелета в общей массе моллюска плавно возрастает (Мина, и Клевезаль, 1976). Таким образом, рост раковины двустворчатых моллюсков демонстрирует положительную аллометрию, которая описывается степенной функцией с показателем степени больше 1 (Зайка 1985, 2004).

Кроме того, характер аллометрии наружного скелета у двустворчатых моллюсков определяется условиями среды и особенностями местообитания животных (Alunno-Bruscia et al. 2001; Gianluca, and Pusceddu 2008; Steffani, and Branch 2003). Так, у нескольких видов моллюсков рода *Cerastoderma*, собранных в разных частях ареала в пределах Черного и Азовского морей, значения показателя степени в уравнении, связывающем массу раковины с общей массой животного, варьируют в пределах 0,90–1,04 (Михайлова 1987).

Цель данной работы состояла в том, чтобы определить внутривидовую экологическую изменчивость параметров аллометрии раковины у мидии *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 из разных районов северо-западной части Черного моря, отличающихся по гидролого-гидрохимическому режиму,

характеру грунта, глубине, удаленности от берега и степени влияния стока крупных рек.

Материал и методы исследований

Материалом для работы послужили пробы мидий, собранные в июле 1992 года в десяти различных районах северо-западной части Черного моря на глубине от 7 до 30 м (рис. 1).

Все измерения массы проводили на живом материале. Общую сырую массу и массу раковины каждой особи моллюска определяли с точностью до 0,001 г. Связь массы раковины с общей массой мидии описывали с помощью уравнения (Мина, и Клевезаль, 1976):

$$W_{st} = a \cdot W^b, \quad (1)$$

где W_{st} – масса раковины, г, W – общая сырая масса, г, a – коэффициент пропорциональности, b – показатель степени.

Для оценки экологической изменчивости показателей аллометрии мидий использовали корреляционно-регрессионный и кластерный анализы, которые проводили с помощью компьютерной программы Statgraphics.

Результаты и их обсуждение

Согласно данным, которые были получены на основании уравнения (1), установлено, что между

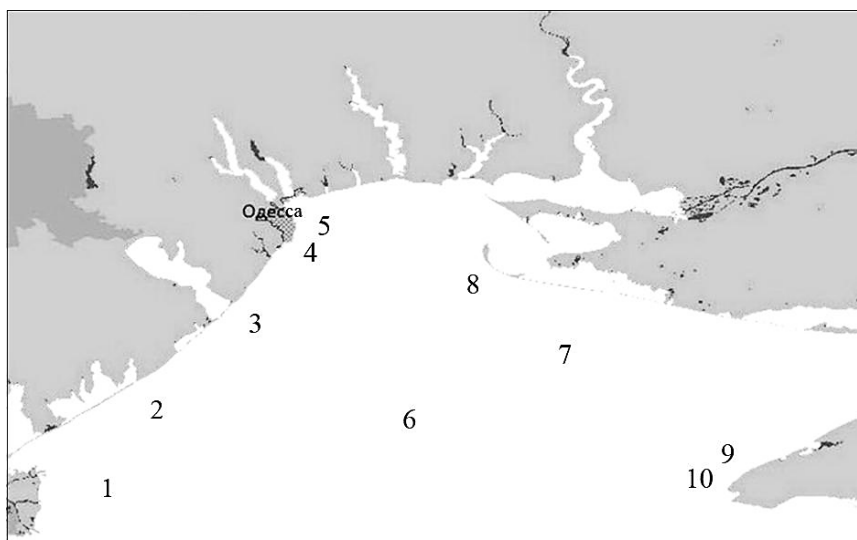


Рис. 1. Схема расположения районов исследований в северо-западной части Черного моря:
 1 – остров Змеиный, 2 – Шаганская банка, 3 – Днестровская банка, 4 – Санжейка, 5 – Одесский залив, 6 – Центральный район, 7 – Филлофорное поле, 8 – Тендровский район, 9 – Межводное, 10 – Черноморское

массой раковины и общей массой мидий существует очень тесная взаимосвязь. Коэффициенты корреляции во всех случаях были выше 0,97. Значения показателя степени b в уравнении (1) колебались в пределах от 0,85 до 1,04. Это означает, что в одних случаях связь массы раковины с общей массой моллюска характеризовалась отрицательной аллометрией, в других – положительной.

Причины этого явления, вероятно, обусловлены значительным локальным разнообразием условий среды в северо-западной части Черного моря. Районы, в пределах которых были отобраны пробы моллюсков, существенно различались по глубине, степени влияния стока рек, гидрологическому и гидрохимическому режиму. Глубина обитания считается важнейшим интегральным фактором, который в значительной степени определяет уровень освещенности, температурный режим, а также характер кормовой базы моллюсков (McKinney et al. 2004; Nosomi 1985). Ввиду тесной связи глубины обитания с другими условиями среды, этот фактор был выбран нами в качестве основного при анализе экологической изменчивости показателей аллометрии у черноморской мидии.

Проведенные исследования показали, что по мере увеличения глубины обитания мидий, значения соответствующего степенного коэффициента b в формуле (1), рассчитанные для этих моллюсков, повышаются (рис. 2).

По расположению точек на этом рисунке, обозначенных цифрами, которые соответствуют номерам районов исследований, видно, что мидии из

прибрежных мелководных районов, находящихся в Дунайско-Днепровском междуречье (Шаганская (2) и Днестровская (3) банки, Санжейка (4), Одесский залив (5), Тендровский район (8)) проявляют в изучаемом соотношении отрицательную аллометрию ($b < 1$). Средняя доля массы раковины в общей сырой массе у этих мидий колеблется в пределах от 34,9 до 53,7%. Мидии из района острова Змеиный (1), находящиеся под влиянием вод Дуная, также обладают отрицательной аллометрией раковин ($b = 0,878$).

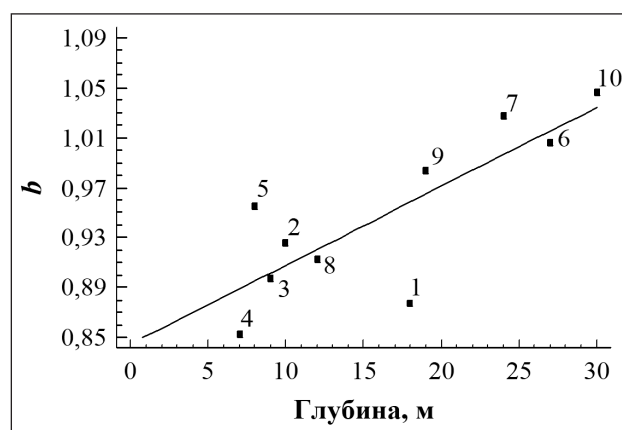


Рис. 2. Зависимость коэффициента b в формуле (1) от глубины обитания мидий (цифрами обозначены номера районов исследований)

Моллюски из сравнительно глубоководных районов, наиболее удаленных от устьев рек (Филлофорное поле (7), Межводное (9), Черноморское (10),

Центральный район (6)), обладают положительной аллометрией скелетных образований ($b > 1$). Средняя доля массы скелета в общей сырой массе у мидий из этих районов оказалась наибольшей из всех исследованных. Этот показатель здесь составлял от 46,9 до 69% (табл. 1).

В результате проведенного корреляционно-регрессионного анализа связь степенного коэффициента b в формуле (1) с глубиной обитания мидий H была описана в виде уравнения

$$b = 0,8451 + 0,0063 H$$

$$(r = 0,8094, St. e. = 0,041), \quad (2)$$

где r – коэффициент корреляции, $St. e.$ – стандартная ошибка уравнения.

Для выявления районов, в которых можно проследить зависимость показателей аллометрии исследуемых параметров от глубины обитания мидий, провели процедуру кластерного анализа. В корреляционную матрицу в качестве составляющих вошли степенные коэффициенты b соответствующих уравнений (1). Анализ проводили методом ближайших расстояний, используя в качестве меры для сравнения кластеров эвклидово расстояние. Результаты этого анализа представлены в виде дендрограммы (рис. 3).

На дендрограмме отчетливо выделяются три кластера, в которые объединены районы обитания мидий. В первый кластер входят мидии из района острова Змеиный (1), находящегося под влиянием вод Дуная ($H = 18,0$ м, $b = 0,878$). Второй кластер составляют моллюски из прибрежных мелководных районов (2, 3, 4, 5, 8), находящихся в Дунайско-Днепровском междуречье (средние для кластера: $H = 9,2$ м, $b = 0,908$). В третий выделенный кластер входят мидии из сравнительно глубоководных районов (6, 7, 9, 10), в которых влияние стока крупных

рек минимально. Средняя глубина в районах, входящих в этот кластер, составляет 25 м, а среднее значение коэффициента b в формуле (1) – 1,015. Как следует из представленных данных, мидии из районов, входящих в первый и второй кластеры, проявляют отрицательную аллометрию изучаемых параметров, а в третий – положительную.

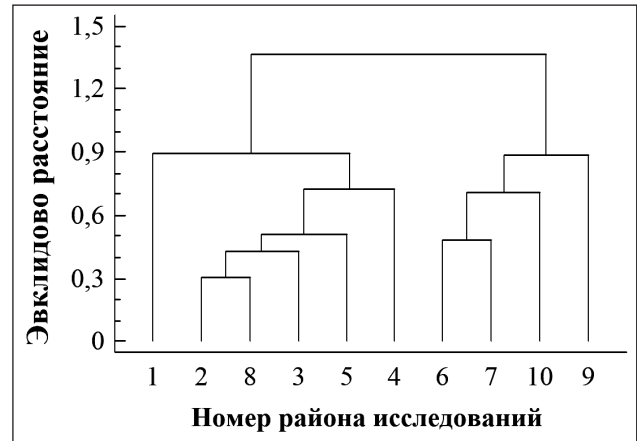


Рис. 3. Дендрограмма распределения районов исследования по показателю b в формуле (1) согласно результатам кластерного анализа

Районы, входящие в эти три кластера, совпадают с областями, выделенными в северо-западной части Черного моря на основании данных по характеру роста мидий (Варигин 2003). Это районирование было проведено с помощью теории нечетких множеств на материале, собранном в тех же районах моря (Varigin 2000). Совпадение районов, выявленных по разным показателям, свидетельствует о том, что черноморская мидия может служить надежным модельным объектом для мониторинга морской среды.

Таблица 1

Параметры зависимости массы раковины от общей массы мидий

№	Район	H	N	Wst/W	a	S.e. ln a	b	S.e. b	r
1	Остров Змеиный	18	84	48,3	0,487	0,021	0,878	0,021	0,978
2	Шаганская банка	10	83	38,7	0,402	0,025	0,926	0,023	0,974
3	Днестровская банка	9	82	34,9	0,371	0,022	0,898	0,023	0,972
4	Санжейка	7	82	53,7	0,552	0,021	0,853	0,021	0,975
5	Одесский залив	8	82	49,6	0,508	0,018	0,955	0,012	0,992
6	Центральный район	27	51	69,0	0,691	0,053	1,005	0,037	0,999
7	Филлофорное поле	24	97	48,9	0,475	0,019	1,027	0,017	0,986
8	Тендровский район	12	83	38,5	0,416	0,022	0,913	0,018	0,984
9	Межводное	19	101	46,9	0,472	0,014	0,984	0,009	0,995
10	Черноморское	30	42	67,1	0,631	0,013	1,046	0,007	0,998

Примечания: H – глубина, м; N – количество исследованных мидий, экз.; Wst/W – средняя доля массы раковины в общей сырой массе мидии, %; a , b – коэффициенты уравнения (1); $S.e. \ln a$, $S.e. b$ – стандартные ошибки коэффициентов уравнения (1); r – коэффициент корреляции

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о тесной связи показателей аллометрии раковин черноморских мидий с конкретными условиями среды, интегральным показателем которых является глубина обитания животных. Показатель степени в аллометрическом уравнении связи массы раковины с общей

массой моллюска изменялся в пределах от 0,85 до 1,04 и проявлял прямо пропорциональную зависимость ($r = 0,8094$) от глубины (от 7 до 30 м) обитания животных. В то же время приведенные данные расширяют фактическую основу, на которой базируется использование двустворчатых моллюсков в системах мониторинга окружающей среды.

Список использованных источников

Варигин, А.Ю. 2003. "Районирование северо-западной части Черного моря по показателям роста мидий." *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа* 1(6):279-283.

Заика, В.Е. 1985. *Балансовая теория роста животных*. Киев: Наукова думка.

Заика, В.Е. 2004. "Аллометрия раковины двустворчатых моллюсков." *Морской экологический журнал* 3(1):47-49.

Заика, В.Е., Н.А. Валовая, А.С. Повчун, и Н.К. Ревков. 1990. *Митилиды Черного моря*. Киев: Наукова думка.

Мина, М.В., и Г.А. Клевезаль. 1976. *Рост животных*. Москва: Наука.

Михайлова, Т.В. 1987. "Двустворчатые моллюски рода *Cerastoderma* южных морей СССР." Дис. канд. биол. наук, Московский институт эволюционной морфологии и экологии животных.

Alunno-Bruscia, M., E. Bourget, and M. Frechette. 2001. "Shell Allometry and Length-Mass-Density Rela-

tionship for *Mytilus Edulis* in an Experimental Food-Regulated Situation." *Marine Ecology Progress Series* 219:177-188.

Gianluca, Sara and Antonio, Pusceddu. 2008. "Scope for Growth of *Mytilus Galloprovincialis* (Lmk., 1819) in Oligotrophic Coastal Waters (Southern Tyrrhenian Sea, Italy)." *Marine Biology* 156(2):117-126.

Hosomi, Akifumi. 1985. "On several fundamental allometries of the mussel, *Mytilus galloprovincialis*." *Venus* 44:172-182.

McKinney, Richard A., Sarah M. Glatt, and Scott R. Williams. 2004. "Allometric Length-Weight Relationships for Benthic Prey of Aquatic Wildlife in Coastal Marine Habitats." *Wildlife Biology* 10(1):241-249.

Steffani, C.N., and G.M. Branch. 2003. "Growth Rate, Condition, and Shell Shape of *Mytilus Galloprovincialis*: Responses to Wave Exposure." *Marine Ecology Progress Series* 246:197-209.

Varigin, A.Yu. 2000. "Zoning of the northwestern part of the Black Sea based on the parameters of mussel growth." *The Black Sea Ecological Problems* 1:344-345.

ЕКОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ ПАРАМЕТРІВ АЛОМЕТРІЇ МУШЛІ ЧОРНОМОРСЬКОЇ МІДІЇ У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ МОРЯ

Варігін О.Ю., к.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України», sealife_1@email.ua

Показана екологічна мінливість параметрів алометрії мушлі у мідії *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, що мешкає в різних районах північно-західної частини Чорного моря, які істотно різняться за гідролого-гідрохімічним режимом, характером ґрунту, глибиною, віддаленістю від берега і ступенем впливу стоку великих річок. В якості основного інтегрального екологічного показника використана глибина мешкання мідій, яка значною мірою визначає рівень освітлення, температурний режим, а також характер кормової бази моллюсків. Зі збільшенням глибини від 7 до 30 м показник ступеню в алометричному рівнянні зв'язку маси мушлі із загальною масою моллюсків збільшувався від 0,85 до 1,04. За допомогою кореляційно-регресійного аналізу продемонстрована прямо пропорційна залежність цього показника ($r = 0,8094$) від глибини мешкання тварин. Мідії, що мешкають в прибережних мілководних районах, а також знаходяться під впливом вод р. Дунай, проявляли негативну алометрію досліджуваних параметрів. Частка маси мушлі в загальній сирій масі у цих мідій коливалася від 34,9 до 53,7%. Моллюски з порівняно глибоководних районів, найбільш віддалених від гирла річок, в досліджуваному співвідношенні проявляли позитивну алометрію. Частка маси мушлі в загальній сирій масі у мідій з цих районів становила 46,9–69%.

Ключові слова: *Mytilus galloprovincialis*, алометрія, глибина, північно-західна частина Чорного моря.

**ECOLOGICAL VARIABILITY OF ALLOMETRY PARAMETERS
OF THE BLACK SEA MUSSELS SHELLS IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE SEA**

Varigin A. Yu., PhD, Senior Scientist

Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, sealife_1@email.ua

The ecological variability of allometric parameters of the mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 from different regions of the northwestern Black Sea, significantly differing in hydrological and hydrochemical conditions, the nature of the bottom, depth, distance from the coast, the degree of influence of large rivers flow was shown. As the main integral ecological indicator in the analysis of this variability, we used the mussel habitat depth, which largely determines the level of illumination, temperature regime, as well as the nature of the food supply of mollusks. With an increase in depth from 7 to 30 m, the degree coefficient in the allometric equation for the connection between shell mass and total mollusk mass increases from 0.85 to 1.04. Using correlation and regression analysis, a directly proportional dependence of this coefficient ($r = 0.8094$) on the depth of the animals habitats was demonstrated. Mussels from shallow coastal areas, as well as under the influence of the Danube waters, showed negative allometry of the studied parameters. The percentage of shell mass in the total wet mass of these mussels ranged from 34.9 to 53.7%. Mollusks from relatively deep-water areas, the most distant from the mouths of the rivers in the studied ratio showed positive allometry. The percentage of shell mass in the total wet mass of mussels from these areas was 46.9–69%.

Key words: *Mytilus galloprovincialis*, allometry, habitat depth, northwestern part of the Black Sea.