

УДК 594.124.191.1

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛОМЕТРИЧЕСКОГО РОСТА ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА АНАДАРЫ (*ANADARA INAEQUIVALVIS*) КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

Жворонкова А. М., Золотницкий А. П.

Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, ann4356@yandex.ru, zap9@yandex.ua

Выявлены морфологические параметры представителя семейства арковых – анадара (*Anadara inaequalvis*), акклиматизированной в Черном море. Дана количественная характеристика связи длины (L) с высотой (H) и выпуклостью (толщиной) раковины (D), взаимосвязь длины с массой (W) целого моллюска, а также зависимость массы раковины (W_r), мягких тканей (W_m) и мантийной жидкости (W_{mj}) от массы раковины от общей живой массы моллюска, а также различию выпуклости левой и правой створки. Полученные данные могут быть использованы для сравнительного анализа дифференциации популяций анадара и культивирования при выращивании в разных биотопах Черного моря.

Ключевые слова: анадара, раковина, размерные параметры, аллометрия, изометрия.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время важнейшим направлением мировой аквакультуры является конхиокультура – расширенное воспроизводство и промышленное выращивание раковинных моллюсков в шельфовой зоне морей и океанов. В Черном море основными объектами культивирования являются аборигенные виды – мидия (*Mytilus galloprovincialis*) и устрица (*Ostrea edulis*), а также интродуцированная в Черное море тихоокеанская (японская, гигантская) устрица (*Crassostrea gigas*).

Во второй половине 60-х годов в процессе аутоакклиматизации в Черном море был обнаружен двустворчатый моллюск анадара – *Anadara inaequalvis* (Brugière, 1789). За сравнительно короткое время этот моллюск распространился по всему шельфу западной части Черного моря. В ряде районов на песчаных и илистых грунтах этот моллюск образовал поселения с плотностью 400 экз./м² и биомассой до 4280 г/м² [1].

Характерным местом обитания моллюска является морское побережье до глубины 30 м; он встречается как на песчаном, так и на каменистом грунте, иле и песке с зарослями морских трав.

Анадара относится к семейству Арковых (Arcidae), отряду Arcoida, классу Двустворчатых моллюсков (Bivalvia), типу Моллюски (Mollusca) [2]. Этот вид широко распространен в Индийском и Тихом океане, но в Красном море он отсутствует. В средиземноморье этот вид под названием *Scapharca cornea* (Reeve) впервые зарегистрирован в 1969 году у берегов Италии, в районе Равенны [3, 4], откуда быстро распространился в смежные акватории.

Принято считать, что был моллюск впервые отмечен в Черном море в 1981 году в прибрежных районах Болгарии и Румынии [1]. Однако, согласно другим данным [5], первое обнаружение анадара в Черном море датируется 1968 годом, то есть практически одновременно с таковым в Адриатике. Очевидно, вселение этого вида могло происходить независимо в разные бассейны и различные участки одного бассейна, пригодные для его обитания.

Проникновение анадара в Черное море, а также другие районы средиземноморья, вероятно, произошло путем завоза его личинок с балластными водами морских судов. К настоящему времени анадара обитает в Черном море вдоль всего побережья на различных грунтах глубине до 20 м. В Азовском море этот вид заселил южный, западный и частично северный участки [6].

Анадара употребляется в пищу и является полезным продуктом питания для человека. *Anadara inaequalvis* – перспективный кандидат для выращивания в промышленных масштабах.

Известно, что скорость роста массы является наиболее важным показателем продукционного потенциала популяций гидробионтов [7]. При анализе закономерностей роста и продукции моллюсков большое значение имеет исследование особенностей относительного (аллометрического) роста различных частей тела [7, 8]. Такие исследования представляют

определенный научный интерес, в частности, для понимания адаптивного характера изменчивости моллюска в онтогенезе при различных зоологических и экологических исследованиях.

В задачу настоящей работы входило изучение аллометрического роста различных частей тела анадары, собранных в Керченском проливе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал собирали в Керченском проливе в 2013 году при варьирующей солености в пределах 10–14 ‰. Собранных моллюсков естественных популяций подвергали полному биологическому анализу. Измеряли длину (L , мм), высоту (H , мм), выпуклость (толщину или ширину – D , мм). Одновременно с этим, определяли общую (живую) массу моллюска (W), массу раковины (W_r) и мягких тканей тела (W_m). Массу мантийной жидкости (W_{mg}) определяли по разнице между общей массой анадары и массой раковины и мягких тканей тела (во избежание выхода мантийной жидкости наружу все моллюсков перед взвешиванием содержали в емкостях с морской водой).

Длина моллюсков варьировала в пределах 7,5–48,5 мм, индивидуальная масса от 0,11 до 30,8 г. Связь между различными частями тела моллюска аппроксимировали степенной функцией: $Y = A \times X^b$ и линейным уравнением: $Y = A + B \times x$, где x и y – исследуемые параметры моллюска, a – коэффициент пропорциональности при $x = 1$, b – коэффициент регрессии (тангенс угла наклона). Всего морфологическому анализу подвергнуто 56 моллюсков. Достоверность отличия коэффициента b от единицы в размерных соотношениях и от трех в масс-размерных зависимостях оценивали по соотношению:

$Z = (b - 1)/SE$ – для размерных соотношений,

$Z = (b - 3)/SE$ – для масс-размерной зависимости.

Значения в интервале $-1,96 < Z < +1,96$ соответствуют изометрии [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ сопряженных изменений длины (H) и высоты (L) раковин анадары показал (рис. 1, кривая 1), что связь между этими показателями хорошо описывается степенной функцией:

$$H = 0,730 \times L^{1,037 \pm 0,0184}, R^2 = 0,982 \quad (1).$$

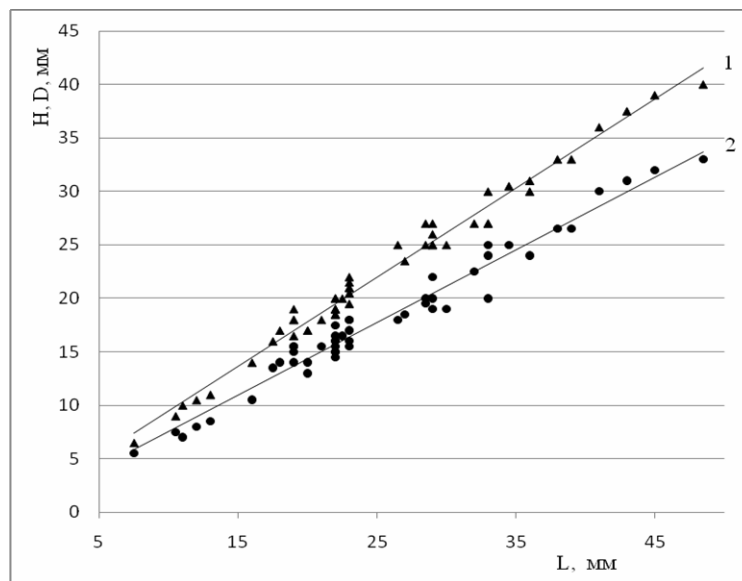


Рис. 1. Зависимость высоты (1) и выпуклости (2) от длины раковины анадары

Из приведенных данных видно, что рост в высоту характеризуется положительной аллометрией (коэффициент регрессии больше 1). Соответственно, с учетом величины b высота анадары будет близка к 0,8 от длины (L). В частности, анализ относительной высоты раковины (H/L) относительно длины тела составил 0,819 (81,9 %), со стандартным отклонением (S) равным 4,77 % и варьированием минимальных и максимальных значений в пределах 71,1–91,8 %.

Зависимость толщины (ширины или выпуклости – D) от длины раковины (L) у анадары несколько отличалась от уравнения (1) (рис. 1, кривая 2):

$$D = 0,473 \times L^{1,103 \pm 0,022}, R^2 = 0,980 \quad (2).$$

Обращает на себя внимание хорошо выраженная положительная аллометрия, где коэффициент регрессии составляет более 1,1. Анализ средней выпуклости (D/L) раковины относительно длины тела составил 0,652 (65,2 %), со стандартным отклонением (S) равным 4,89 %. Варьирование минимальных и максимальных значений наблюдалось в пределах 54,6–76,2 %. Таким образом, высота раковины составляла в среднем немногим более 80 %, а выпуклость заметно больше 60 % от длины анадары, причем, в процессе роста моллюска выпуклость изменялась сильнее, чем высота раковины. Полученные данные согласуются с работами других авторов на этом виде моллюсков Черного моря [10, 12].

Параллельно с линейными характеристиками нами было изучены размерно-массовые отношения у данного вида. Статистический анализ показал, что связь длины с массой моллюска описывается аллометрическим уравнением:

$$W = 3,36 \times 10^{-4} \times L^{2,966 \pm 0,058}, R^2 = 0,982 \quad (3).$$

На рис. 2 и уравнении (3) видно, что имеет место слабо выраженная отрицательная аллометрия, близкая к изометрии – с увеличением массы и возраста животного коэффициент регрессии несколько меньше 3-х, т.е. индивидуальная масса моллюсков несколько отстает от скорости роста длины анадары. Вероятно, это связано с тем, что в процессе онтогенеза наблюдается более быстрый рост моллюсков в высоту и толщину (рис. 1), чем в длину.

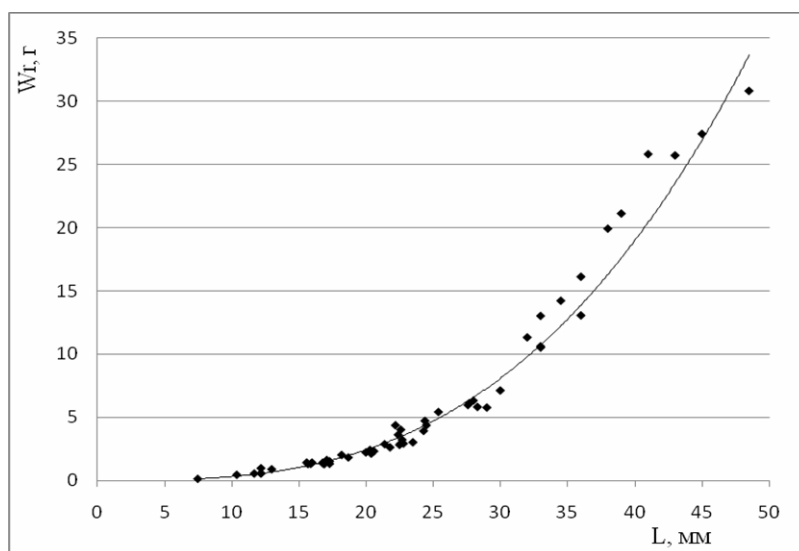


Рис. 2. Зависимость живой (общей) массы (W) от длины (L) в процессе роста анадары Керченского пролива

Следует также отметить, что общая масса тела складывается из нескольких компонентов (переменных) – массы раковины, соматической и генеративной ткани, а также количества мантийной жидкости. Эти компоненты могут существенно варьировать в зависимости от многих экологических факторов – температуры, солености, степени развития гонад, состояния кормовой базы и др. [12]. В связи с этим у многих авторов связь длины с общей массой тела, в зависимости

от стадии жизненного цикла, характеризовалась как отрицательной, так и положительной аллометрией [9, 10, 12].

При изучении продукционных процессов и анализа потоков вещества и энергии в популяциях гидробионтов, а также для ряда практических целей (при сборе и сортировке собранного урожая) значительный интерес представляют данные по изменению удельного веса раковины, мягких тканей и мантийной жидкости у этого моллюсков.

Анализ показал, что зависимость массы раковины (W_r) от общей массы целого моллюска (W) описывается степенной функцией (рис. 3, кривая 1):

$$W_r = 0,607 \times W^{1,012 \pm 0,012}, R^2 = 0,991 \quad (4).$$

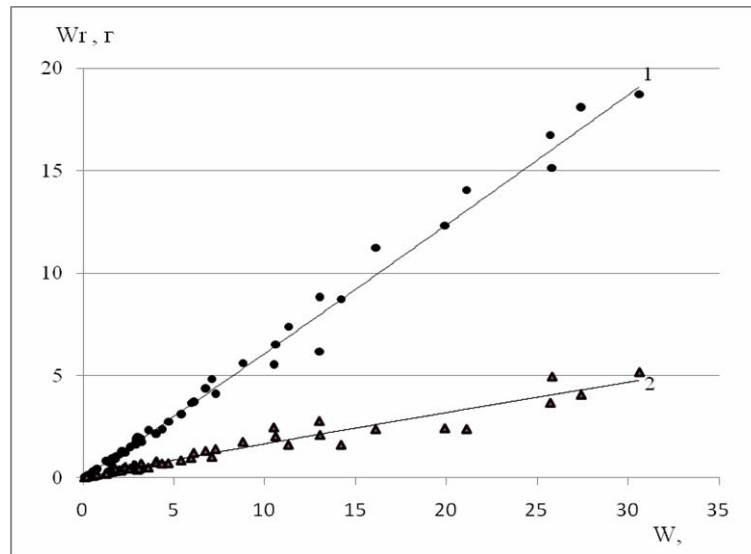


Рис. 3. Зависимости массы раковины (1) и мягких тканей (2) от общей массы анадары

Среднее значение относительной массы раковины W_r составило 0,621 (62,1 %), где значение S было равно 5,05 %. Коэффициент регрессии (1,012) указывает на изометрию роста раковины моллюсков. В целом, масса раковины составляет немногим менее 2/3 от общей массы всего животного [11].

Удельная скорость роста мягких тканей (W_m) по мере увеличения общей массы анадары характеризовалась заметно выраженной отрицательной аллометрией – коэффициент регрессии был значительно меньше единицы (рис. 3, кривая 2).

$$W_m = 0,183 \times W^{0,958 \pm 0,024}, R^2 = 0,976 \quad (5).$$

Таким образом, скорость роста массы мягких тканей (соматической и генеративной) в процессе индивидуального развития несколько отставала от темпа роста массы целого моллюска, возможно, за счет разного содержания воды в мантийной полости. Среднее значение относительной массы мягких тканей (W_m) составило 0,17,7 (17,7 %), что довольно близко к данным О. Ю. Вяловой [11] и несколько меньше материалов, полученных А. В. Пирковой [12].

В связи с полученными данными представляло интерес оценить изменение относительной массы мантийной жидкости (W_{mj}) анадары. При проведении биологического анализа двустворчатых моллюсков ее часто вообще не учитывают, хотя она является составной частью живого моллюска. Обнаружено, что по мере увеличения размеров анадары масса мантийной жидкости в среднем была выше, чем масса мягких тканей. Зависимость между этими показателями описывалась уравнением:

$$W_{mj} = 0,198 \times W^{0,992 \pm 0,028}, R^2 = 0,966 \quad (6).$$

Значение коэффициента регрессии свидетельствует, что параллельно со снижением скорости роста мягких тканей в онтогенезе, возрастает скорость роста массы мантийной жидкости. Анализ среднего значения относительной массы мантийной жидкости W_{mj} составило 0,202 (20,2 %), где значение S было равно 4,41 %, с колебанием минимального и максимального значения в пределах – 12,0–33,3 %.

Кроме исследуемых параметров нами отдельно проанализированы изменения размеров и массы правой и левой створок моллюсков. В литературе отмечалось [2, 4], что раковина этого вида неравносторонняя и неравностворчатая, причем левая створка несколько крупнее правой. Анализ наших материалов не выявил достоверных различий по длине, высоте и массе левой и правой створок. В то же время, выпуклость левой створки (D_l) и правой (D_p) описывается степенной функцией, имеющей вид (рис. 4, кривая 1):

$$D_l = 0,373 \times D^{1,107 \pm 0,037}, R^2 = 0,938 \quad (7).$$

$$D_p = 0,543 \times D^{0,932 \pm 0,027}, R^2 = 0,947 \quad (8).$$

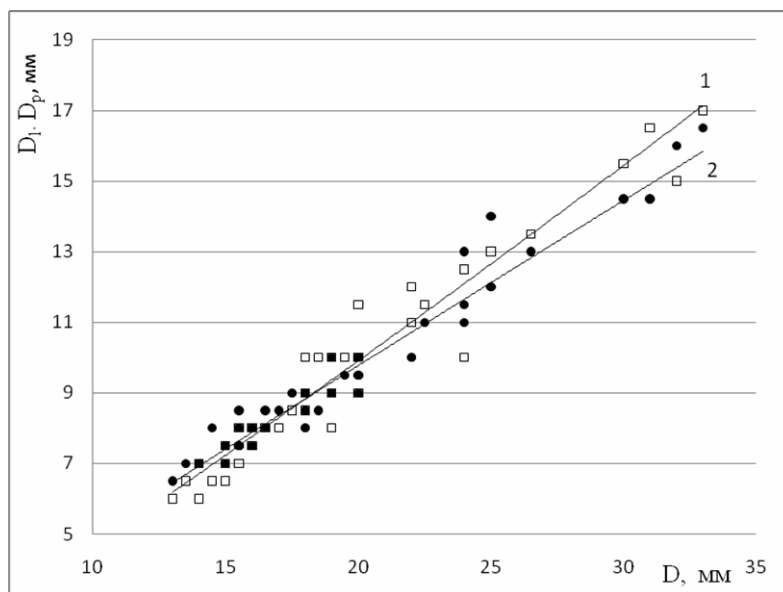


Рис. 4. Зависимость выпуклости левой (1) и правой (2) створок от толщины целой раковины (D) анадары

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что выпуклость левой створки достоверно отличается от правой створки.

Следует отметить, что левая створка не всегда больше правой – в ряде случаев выпуклость правой створки может быть даже больше левой.

Представленные материалы могут являться исходными данными для сравнительного анализа популяций анадары, культивируемых в разных биотопах Азовского и Черного морей.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена положительная аллометрия скорости роста высоты и выпуклости раковины относительно длины анадары.

2. Охарактеризована взаимосвязь длины и массы моллюсков, которая характеризуется слабой отрицательной аллометрией, близкой к изометрии.

3. Показано, что масса раковины тесно связана с массой тела целого моллюска и характеризуется положительной аллометрией, тогда как масса мягких тканей тела и мантийной жидкости описывается отрицательной зависимостью.

4. Обнаружено, что по мере роста моллюска выпуклость левой створки достоверно выше правой створки.

Список литературы

1. Золотарев В. Н. Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря / В. Н. Золотарев, П. Н. Золотарев // Докл. АН СССР. – 1987. – Т. 297, № 2. – С. 501–503.
2. Анистратенко В. В. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalvis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна / В. В. Анистратенко, И. А. Халиман // Вестник зоологии. – 2006. – Т. 40, № 6. – С. 505–511.
3. Rinaldi E. Osservazioni relative a molluschi appartenenti al genere *Anadara* viventi in Adriatico / E. Rinaldi // Conchiglie. – 1972. – 8 (9–19). – P. 121–124.
4. Ghisotti F. *Scapharca* cfr. *cornea* (Reeve), ospite nuova del Mediterraneo / F. Ghisotti // Conchiglie. – 1972. – Vol. 9, № (3–4). – 68 p.
5. Киселева М. И. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа. Многолетние изменения зообентоса Черного моря / М. И. Киселева – К.: Наук. Думка, 1992. – С. 84–99.
6. Чихачев А. С. Новый вселенец в Азовское море / А. С. Чихачев, Л. Н. Фроленко, Ю. И. Реков // Рыбное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 40.
7. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков / А. Ф. Алимов. – Л.: Наука, 1981. – 248 с.
8. Заика В. Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов / В. Е. Заика. – К.: Наук. думка, 1983. – 206 с.
9. Финогенова Н. Л. Популяционные характеристики поселений *Anadara inaequalvis* (Bivalvia, Arcidae) Одесского региона Черного моря / Н. Л. Финогенова / Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.. – 2011. – Т. 1, Вып. 25. – С. 392–399.
10. Золотницкий А. П. Некоторые данные по росту и аллометрии двустворчатого моллюска кунearки (*Cunearca cornea* Reeve), как возможного объекта черноморской марикультуры // А. П. Золотницкий, В. И. Вижевский // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – № 3/4. – С. 19–21.
11. Вялова О. Ю. Ростовые, морфометрические и биохимические характеристики анадари *Anadara inaequalvis* в Черном море (акватория Голубого залива, ЮБК) / О. Ю. Вялова // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей: [ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульман и др.]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 189–182.
12. Пиркова А. В. Рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequalvis* (Bivalvia) в Черном море при садковом выращивании / А. В. Пиркова // Труды ЮгНИРО. – 2012. – Т. 2. – С. 73–78.

Жворонкова А. М., Золотницкий О. П. Характеристика аллометричного росту двустулкого моллюска анадари (*Anadara inaequalvis*) Керченської протоки // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 128–133.

Виявлені морфологічні параметри представника сімейства аркових – анадари (*Anadara inaequalvis*), акліматизовано в Чорному морі. Дана кількісна характеристика зв'язку довжини (L) з висотою (H) і опуклістю (товщиною) раковини (D), взаємозв'язок довжини з масою (W) цілого моллюска, а також залежність маси раковини (W_r), м'яких тканин (W_m) і мантийної рідини (W_{mj}) від маси раковини від загальної живої маси моллюска, а також відмінності лвиупуклості лівої і правої стулки. Отримані дані можуть бути використані для порівняльного аналізу диференціації популяцій анадари і культивування при вирощуванні в різних біотопах Чорного моря.

Ключові слова: анадара, раковина, розмірні параметри, аллометрія, ізометрія.

Zhavoronkova A. M., Zolotnitsky A. P. Characteristic of the allometric growth of bivalve mollusk anadara (*Anadara inaequalvis*) of the Kerch Strait // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 128–133.

Morphological characteristics representative of the family Arkovo – anadara (*Anadara inaequalvis*) acclimatized in the Black Sea. A quantitative characterization of connection between the length (L) with the height (H) and convexity (thickness) sink (D) and relationship length with weight (W) of the whole clam, as well as the dependence of the mass shell (W_r), soft tissue (W_m) and hemolymph (W_{mj}) by weight of the total basin live weight of mollusk as well as the difference lvyupuklosti left and right wing. The data obtained can be used for comparative analysis of population differentiation anadara and culture when grown in different habitats of the Black Sea.

Key words: anadara, sink, size parameters, allometry, isometry.

Поступила в редакцію 30.01.2014 г.