

М. В. ЧИКИНА, Г. А. КОЛЮЧКИНА, Н. В. КУЧЕРУК

АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ *SCAPHARCA INAEQUIVALVIS* (BRUGUIÈRE) (BIVALVIA, ARCIDAE) В ЧЕРНОМ МОРЕ

Приведены результаты изучения репродуктивного цикла, темпов роста, возраста наступления половой зрелости и плодовитости вселившегося в Черное море моллюска *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière, 1789).

Арцида *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière, 1789), родом из Индо-Тихоокеанского бассейна, впервые была найдена в Черном море у берегов Болгарии в 1983 г., куда она проникла из Адриатического моря. Предположительно, вселение этого вида произошло благодаря случайной транспортировке личиночных стадий моллюска с балластными водами судов, идущих из Пацифики [6]. В настоящее время *S. inaequivalvis* массово распространялась вдоль берегов Северного Кавказа, вытесняя автохтонные черноморские виды. Одной из причин, дающих этому моллюску преимущество, является наличие гемоглобина в эритроцитах [3]. В то время как различные аспекты физиологии *S. inaequivalvis* уже изучены [3, 5, 9, 11], практически ничего не известно о популяционной динамике этого моллюска в Черном море, а также о его репродуктивном цикле. Восполнить этот пробел и была призвана выполненная нами работа.

Материал и методы. Пробы отбирали на Северо-Кавказском побережье Черного моря в сентябре 2001 г. и июне 2002 г. на глубине 25 м (рис. 1).

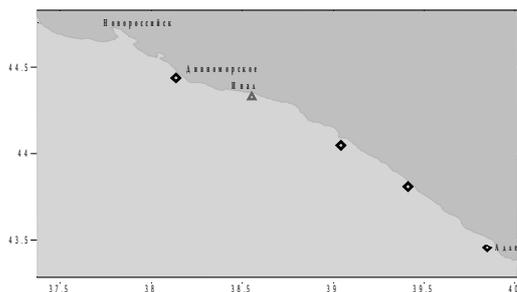


Рисунок 1. Карта отбора проб
Figure 1. The sampling map

На каждой станции брали 5 проб дночерпателем «Океан-01». Пробы промывались через сито №14, после чего животных фиксировали 4%-ным формалином.

В лаборатории производили подсчет количества моллюсков на м² и измеряли длину раковины. Для изучения половой структуры сообщества *S. inaequivalvis* было произведено анатомическое и гистологическое исследование 125 особей с разных станций: 31 со станции в районе бухты Инал, 26 – близ п. Дивноморское, 13 – близ п. Лазаревское, 55 – близ г. Адлер. С целью гистологического исследования состояния зрелости гонад моллюсков дальнейшее обезвреживание материала проводилось по стандартной методике с последующим заключением образцов в парафиновые блоки.

Сагиттальные срезы толщиной 5 - 10 мк монтировались на предметные стекла и окрашивались гематоксилином Караччи и эозином. Микроскопическое исследование и фотографирование срезов производилось на микроскопе «Leica» (увеличение окуляра 10х, объективов 10х и 40х).

Результаты. Плотность популяции *S. inaequivalvis* на всем исследованном участке побережья достаточно высокая, однако, структура популяции *S. inaequivalvis* в районе б. Инал резко отличается от всего остального исследованного побережья. В отличие от других станций, где численность моллюсков составляет от 192 до 288 экз./м², на дан-

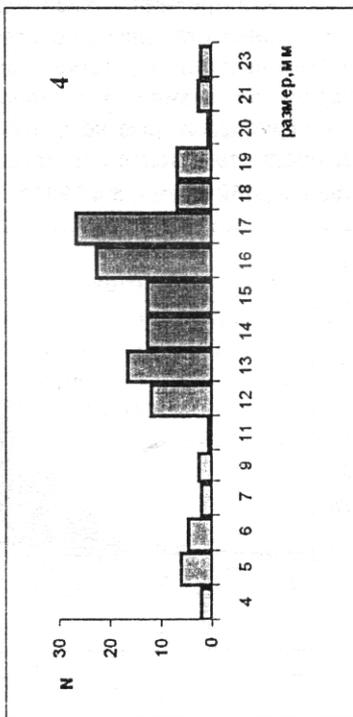
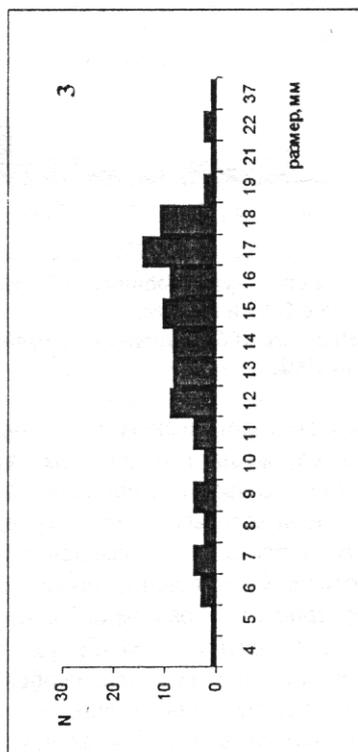
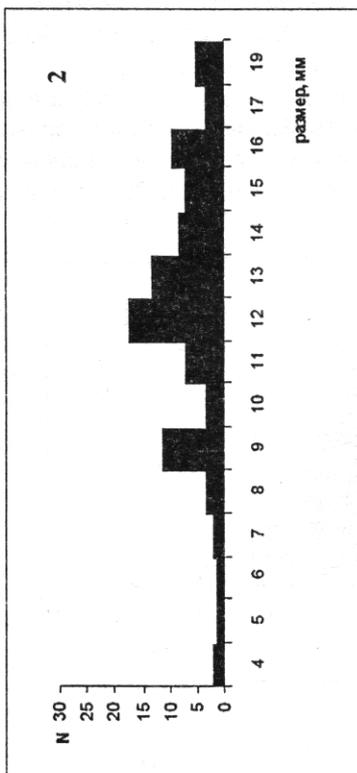
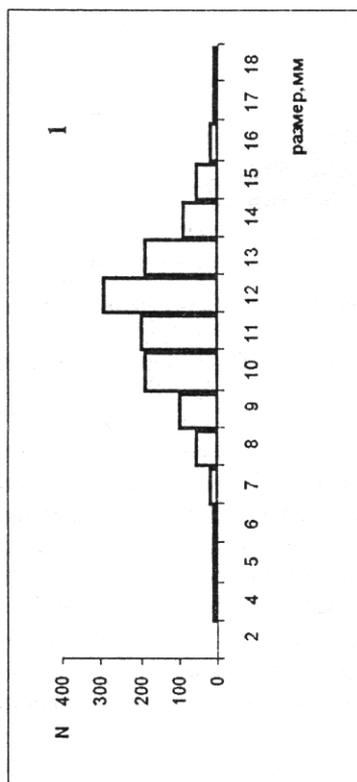


Рисунок 2. Размерная структура сообщества *Scapharca inaequivialis* на Кавказском побережье в 2001 году (1 - Инал, 2 - Дивноморское, 3 - Лазаревская, 4 - Адлер)
 Figure 2. The size structure of *Scapharca inaequivialis* population from different sampling places in 2001 (1 - Inal, 2 - Divnomorskoe, 3 - Lazarevskaya, 4 - Adler)

ном участке численность возрастает до 2462 экз./м². Также отличается размерный состав популяции. Возле б. Инал средний размер моллюсков колеблется от 10 до 13 мм, в то время как на всех остальных станциях он составляет 16 - 18 мм (рис.2).

В течение года на данном участке практически не наблюдалось оседания новых молодых экземпляров, что, возможно, связано с наличием большого числа моллюсков старших возрастных групп, которые не позволяют личинкам оседать. Численность популяции оставалась более или менее стабильной с течением времени. В 2001 г. численность особей составила 2462 экз/м², а в 2002 г. – 1420 экз/м² (рис. 3).

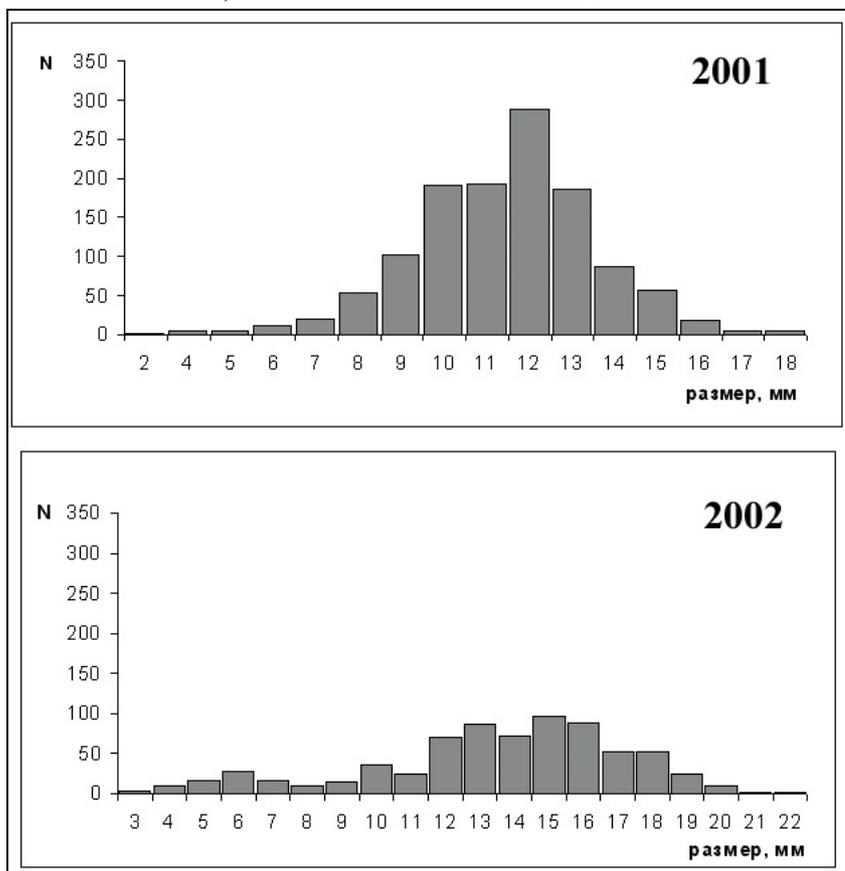


Рисунок 3. Размерная структура сообщества *Scapharca inaequivalvis* на Кавказском побережье в районе бухты Инал в 2001 и 2002 гг.

Figure 3. The size structure of *Scapharca inaequivalvis* population from Caucasian shallow waters near Inal in 2001 and 2002.

По данным гистологического исследования, половое созревание скафарки происходит на 2 - 3-м году жизни при длине раковины около 1 см (N = 122). Для станции в б. Инал следует отметить наступление половой зрелости уже у более мелких размерных групп, размер раковины которых не меньше, чем 0,6 см (N = 31), что, возможно, связано с замедлением темпов роста из-за повышенной численности и плотности расположения моллюсков в биотопе.

Соотношение полов (самки : самцы) на различных станциях колебалось от примерно 1 : 1 в районе п. Дивноморское (N = 26) до почти 1:2 в районе б. Инал (N = 28) и г. Адлер (N = 55).

Гистологическая картина строения гонад, как у самцов, так и у самок, была сходной для особей различных размерных групп, собранных в одно и тоже время года на разных станциях вдоль побережья.

Таким образом, созревание гонад и выметывание половых продуктов происходит у *S. inaequivalvis* одновременно на протяжении всего исследованного Северо-Кавказского побережья в конце августа – начале сентября. Следует отметить, что на

большинстве исследованных станций, а именно в более северных точках (Инал, Дивно-морское, Лазаревская) от 50 до 80 % особей еще не приступили к вымету половых продуктов, тогда как на станции в районе г. Адлер гонады более 50 % особей скафарки частично опустевшие.

Для выяснения годового цикла развития гонад было проведено исследование состояния зрелости моллюсков в конце июня. Визуальное наблюдение, а также гистологический анализ показали, что в это время года гонады находятся на одной из начальных стадий созревания (рис. 4). Для более детального прояснения особенностей годичного цикла развития гонад планируется дальнейшее ежемесячное наблюдение состояния их зрелости.

Обсуждение. Впервые в планктоне Черного моря личинки *S. inaequalvis* были обнаружены и идентифицированы в Севастопольской бухте [1], где они встречались с сентября по декабрь. Там же было отмечено, что личинки предпочитают верхние и средние горизонты (0 – 25 м). По другим литературным данным известно, что среди Anadarinae существует корреляция между периодом выметывания личинок, температурой и соленостью воды. Так, оптимальная соленость для оседания личинок *Anadara subcrenata* - 14 - 24 ‰ [10], а температура вымета для *A. broughtoni* [7] 20 - 28°C. Нами установлено, что на протяжении всего исследованного Северо-Кавказского побережья созревание гонад и вымет половых продуктов у *S. inaequalvis* происходят одновременно в конце августа – начале сентября (средняя соленость воды у Кавказского побережья Черного моря колеблется от 17,3 до 17,7 ‰, толщина верхнего перемешанного слоя в августе-сентябре 2000 - 2001 гг. с температурой выше 20°C превышала 50 м).

Анализ размерной структуры популяции моллюска показал, что оседания личинок в местах скопления взрослых особей почти не происходит. Массовое оседание личинок скафарки в 1999 г. произошло на том месте, где практически все двустворки были выедены *Rapana thomassiana* осенью 1999 г. в период вспышки ее численности [2]. Негативная корреляция между оседанием личинок и численностью взрослых моллюсков была показана для *S. inaequalvis* итальянскими авторами, работавшими на Адриатическом море [8], аналогичная ситуация отмечена для *Cardium edule* [4]. Вероятно механизм, который не позволяет личинкам оседать рядом с взрослыми особями, связан с выбросом моллюсками в воду опугивающих молодых веществ.

Однако основной проблемой остается вопрос: почему *S. inaequalvis* вытесняет другие виды двустворчатых моллюсков, в частности *Chamelea gallina*?

Большая продолжительность жизни и низкая доля смертности, в сочетании с эффективностью дыхания, связанной с наличием гемоглобина в эритроцитах арциды, обеспечивают *S. inaequalvis* высокую устойчивость к аноксии.

Высокая численность *S. inaequalvis* в районе б. Инал, а также практически полное отсутствие на всем диапазоне глубин *C. gallina*, скорее всего, связаны с тем, что в данном районе значения содержания в грунте органического углерода, а также самых мелких фракций грунта (ила) на порядок выше, чем на всех остальных станциях, а содержание кислорода, соответственно, ниже. В [11, 12] показано, что, в отличие от *C. gallina*, *S. inaequalvis* гораздо лучше переносит низкое содержание кислорода и в этих условиях способна поддерживать скорость его потребления на постоянном уровне. На наш взгляд, наиболее вероятным объяснением столь резкого отличия половой и размерной структуры сообщества *S. inaequalvis* в районе б. Инал от других исследованных биотопов обусловлено тем, что ключевую роль в определении половой зрелости в данном случае играет возраст моллюсков, а не их размеры.

Выводы. 1. Установлено, что половое созревание *Scapharca inaequalvis* происходит на 2 - 3-м году жизни при длине раковины около 1 см (N=122). В конце июня гонады *S. inaequalvis* находятся на одной из начальных стадий созревания. Созревание гонад и вымет половых продуктов происходит у скафарки одновременно на протяжении всего исследованного Северо-Кавказского побережья в конце августа – начале сентября. 2. Вероятно, что ключевую роль в определении половой зрелости скафарки в данном случае играет возраст моллюсков, а не их размеры. 3. Популяция *S. inaequalvis*

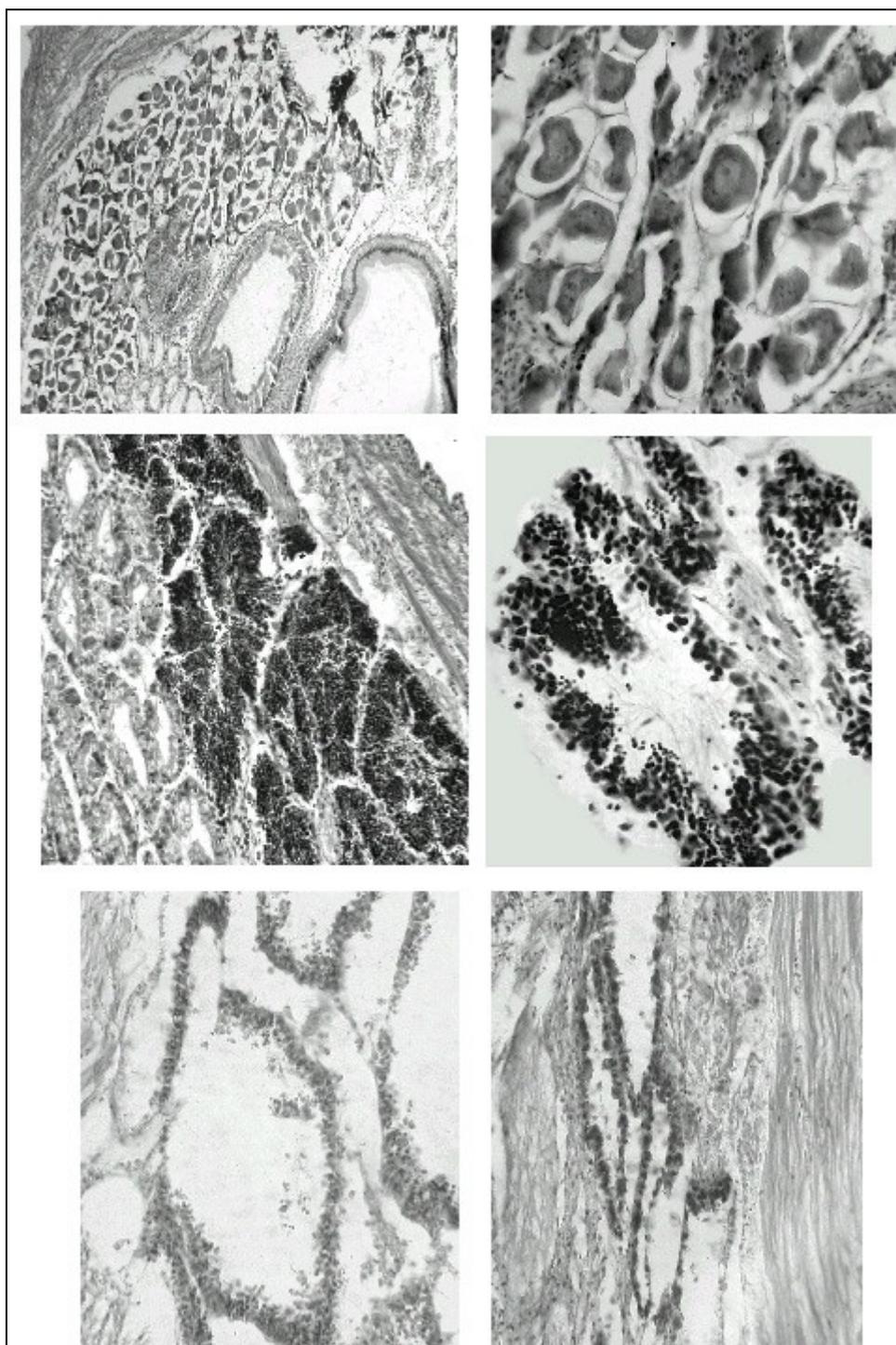


Рисунок 4. Сагиттальные срезы гонад *Scapharca inaequalvis* (1 - зрелая самка X100, 2 - X400, 3 - зрелый самец X100, 4- X400, 5 - незрелый самец X100, 6 - незрелая самка X400).
 Figure 4. The sagittal sections of the gonads of *Scapharca inaequalvis* (1 - matured female X100, 2 - X400, 3 - matured male X100, 4 - X400, 5 - unmaturred male X100, 6 - unmaturred female X400).

характеризуется медленным ростом отдельных особей, их достаточно долгой жизнью, скудным пополнением за счет вновь осевших экземпляров и низкой долей смертности взрослых особей. Возможно, некоторые из этих факторов, в сочетании с высокой устойчивостью скафарки к аноксии, позволили недавно иммигрировавшему моллюску стать доминирующим видом.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ 02-05-64012.

1. Казанкова И. И. Сезонная динамика личинок двустворок и их вертикальное распределение в прибрежном планктоне внешнего рейда Севастопольской бухты (Черное море) // Экология моря. - 2002. - Вып.61. - С. 59 - 63.
2. Кучерук Н. В., Басин А. Б., Котов А. В., Чикина М. В. Макрозообентос рыхлых грунтов Северокавказского побережья Черного моря: многолетняя динамика сообществ / Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря. - М.: Наука, 2002. - С. 289 - 296.
3. Ascoli F., Chiancone E., Verzili D., Antonini E. Emoproteine respiratory di invertebrati // Atti del I Incontro di Biochimica Marina, Cesenatico, Giugno 1979. - 1982. - P. 81 - 93.
4. Beukema J. J. Annual variation in the reproductive success and biomass of the major macrozoobenthic species living in a tidal flat area of the Wadden Sea // Neth. J. Sea Res. - 1982. - 16. - P. 27 - 35.
5. Cortesi P. Anaerobic metabolism in *Venus gallina* and *Scapharca inaequivalvis*. Effects of modulators on pyruvate kinase and PEP carboxykinase // Oceanis. - 1981. - 7, 6. - P. 599 - 612.
6. Ghisotti F., Rinaldi E. Osservazioni sulla popolazione di *Scapharca insediatasi* in queti ultimi anni su un tratto del litorale romagnolo // Conchiglie. - 1976. - 12, 9 - 10. - P. 183 - 195.
7. Kim J. D., Koo J. H. Studies on the seedling production of the ark *Anadara broughtoni* in tank // Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Pusan. - 1973. 11. - P. 71 - 78.
8. Mistri M., Rossi R., Ceccherelli V. U. Growth and production of the ark Shell *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière) in a Lagoon of the Po River Delta // Marine Ecology. - 1988. - 9, 1- P. 35 -49.
9. Savazzi B. Shell structure and burrowing in the bivalves *Scapharca inaequivalvis* and *Acanthocardia tuberculata* // Stuttg. Beitr. Naturkd. - 1982. - 353. - P. 1 - 12.
10. Ting, Y., Kasahara, S., Nakamura, N. An ecological study on the so-called Mogai (*Anadara subcrenata*) cultured in Kasaoka Bay // J.Fac. Fish. Anim. Husb. - 1972. - 11, 1. - P. 91 - 110.
11. Zwaan A. de, Cortesi P., Thillart G. van den et al. Energy metabolism of bivalves at reduced oxygen tensions // Marine Coastal Eutrophication. - Amsterdam: Elsevier, 1992. - P. 1029 - 1039.
12. Zwaan A.de, Cortesi P, Cattani O. Resistance of bivalves to anoxia as a response to pollution-induced environmental stress // The Science of the Total Environment. - 1995. - 171. - P. 121 - 125.

Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН,
г. Москва, Россия

Получено 29.06.2003

M. V. CHIKINA, G. A. KOLUCHKINA, N. V. KUCHERUCK

SOME FEATURES OF REPRODUCTION BIOLOGY
OF *SCAPHARCA INAEQUIVALVIS* (BRUGUIÈRE) (BIVALVIA, ARCIDAE) IN THE BLACK SEA

Summary

The reproduction cycle, the growth rate and the sexual maturation age and also productivity of *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière, 1789) from the Black Sea have been studied.