

Морфология пелагических личинок двустворчатых моллюсков семейства *Mactridae* залива Петра Великого Японского моря

Н.К. Колотухина, В.А. Куликова

*Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
Владивосток 690041, Россия
e-mail: kolotukhina.nata@mail.ru*

Приведены данные по морфологии пелагических личинок 5 видов двустворчатых моллюсков сем. *Mactridae* (*Spisula sachalinensis*, *Mactromeris polynyma*, *Maetra chinensis*, *Maetra quadrangularis* и *Raeta pulchella*) из залива Петра Великого (Японское море). Дана сравнительная характеристика общей формы раковины, скульптуры её поверхности, строения замковой системы. Показано, что личинки разных родов сем. *Mactridae* хорошо различаются по внешнему виду, но при их идентификации необходимо использовать всю совокупность характеристик, включая строение раковины и замковой системы как наиболее определяющих признаков.

Ключевые слова: личинки, двустворчатые моллюски, *Mactridae*, Японское море.

The pelagic larval morphology of bivalves of the family *Mactridae* from Peter the Great Bay, Sea of Japan

N.K. Kolotukhina, V.A. Kulikova

*A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, Far East Branch,
Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690041, Russia
e-mail: kolotukhina.nata@mail.ru*

The larval shell morphology of five bivalve species belongin to the family *Mactridae* (*Spisula sachalinensis*, *Mactromeris polynyma*, *Maetra chinensis*, *Maetra quadrangularis*, and *Raeta pulchella*) from the Sea of Japan is described. The following morphological features were comparatively examined: larval shell outlines, including shape and size of umbones, anterior and posterior margins, hinge morphology, ligament location, sculpture and colour of shells. Some dimensional parameters of larval shell are given. It is demonstrated that maetrid larval shells are well distinguished from each other on the genus level, but for taxonomic identification, all morphological characters, especially hinge morphology, should be used.

Key words: larvae, bivalve mollusks, *Mactridae*, Sea of Japan.

Двустворчатые моллюски сем. *Mactridae* в Северной Пацифике представлены 23 видами [Кафанов, 1991], в водах континентального побережья Японского моря – 9 видами, в умеренных широтах западной части Тихого океана, в том числе и в зал. Петра Великого, – 5 видами: *Spisula sachalinensis* (Schrenck, 1861), *Mactromeris polynyma* (Stimpson, 1860), *Maetra chinensis* Philippi, 1846, *Maetra quadrangularis* Deshayes, 1854 и *Raeta pulchella* (Adams et Reeve, 1850). Однако

особенности морфологии пелагических личинок этих видов, позволяющие их идентифицировать, исследованы не в полной мере. В литературе имеются лишь краткие описания строения личиночных раковин трех видов данного семейства: *S. sachalinensis*, *M. chinensis* и *M. quadrangularis* [Медведева, 1981; Касьянов и др., 1983; Куликова, Колотухина, 1989; Калашникова, Айздайчер, 1993; Myazaki, 1936, 1962; Tanaka, 1979a, 1979b; Lutz et al., 1982; Webb, 1987; Sakai, Sekiguchi, 1992; Lee et al., 1996]. Данные по двум другим видам, *M. polynyma* и *R. pulchella*, полностью отсутствуют.

Такие виды моллюсков, как *S. sachalinensis* и *M. polynyma*, являются промышленными и перспективными для марикультуры объектами [Imai et al., 1953; Davis, Shumway, 1996]. При организации промысла и разработки биотехники культивирования необходима информация о сроках появления и нахождения их личинок в планктоне.

Цель настоящей работы – дать подробное описание морфологии раковин пелагических личинок моллюсков семейства Mactridae, обитающих в зал. Петра Великого Японского моря и выделить основные признаки, позволяющие их идентифицировать до вида.

Материал и методика

Материал для работы получали, отбирая пробы планктона и бентоса в зал. Восток (зал. Петра Великого Японского моря) в летние периоды 2012–2014 гг. Дополнительно в лабораторных условиях по общепринятой методике [Loosanoff, Davis, 1963] проводили выращивание до оседания личинок *R. pulchella*. Личинок из планктона и из культуры фиксировали в 96% этиловом спирте. Морфологию раковин изучали с использованием световой и электронной микроскопии. Для этого створки очищали от мягких тканей, помещая моллюсков в 5–10%-ный раствор гипохлорита натрия [Rees, 1950]. После растворения мягких тканей створки промывали в дистиллированной воде и, приготовив временные препараты, изучали общее строение личиночных раковин под световым микроскопом. Более детальное исследование личиночных раковин проводили на сканирующем электронном микроскопе, для чего створки дополнительно отмывали 96% спиртом и напыляли золотом.

Для определения видовой принадлежности личинок использовали как ранние, так и поздние личиночные стадии (великонх, педивелигер, ранние ювенильные формы). В качестве дополнительных данных при установлении таксономической принадлежности личинок приведены собственные наблюдения о сроках нереста моллюсков и нахождения их личинок в планктоне с учетом температуры воды в районе отбора проб, а также литературные данные о биогеографической принадлежности соответствующих видов [Скарлато, 1981; Кантор, Сысоев, 2005; Lutaenko, Noseworthy, 2012].

Результаты

Raeta pulchella (см. рисунок). Личинки мелкие, размер личинок, готовых к оседанию, не более 190 мкм. Форма раковины треугольно-округлая. Высота раковины лишь немного превышает ее длину ($k=1.05$). Макушки высокие. При оседании провинкулюм у личинки представлен двумя зубами на обеих створках. Боковой зуб на переднем крае левой створки хорошо заметен и почти примыкает к зубам провинкулула. Лигамент крупный, задний. На ранней ювенильной стадии с наружной стороны створок хорошо видна тонкая концентрическая исчерченность продиссоконха II (PD II).

В зал. Петра Великого нерест *R. pulchella* приходится на начало июля, при температуре воды на поверхности 17–18°C. В планктоне личинки находятся в течение июля.

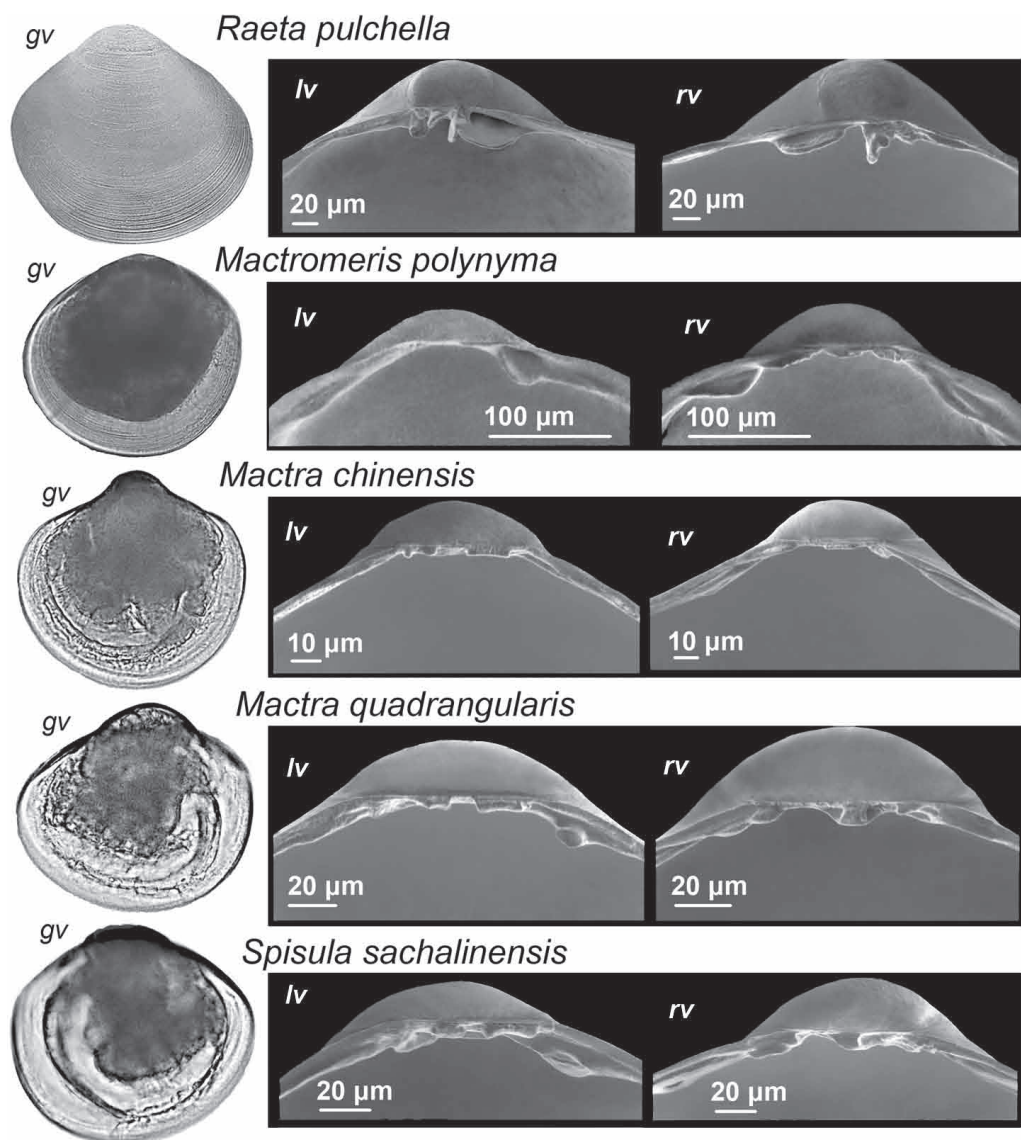
В литературе данные по морфологии личинок этого вида отсутствуют (см. таблицу).

Mactromeris polynuma (см. рисунок). Раковина округло-яйцевидной формы. Плечи одинаковой длины, наклонены; макушка очень низкая и широкая. Задний край раковины округлый, передний слегка вытянут. Снаружи на створках хорошо видны концентрические линии нарастания. Перед оседанием размер личинки достигает 300 мкм. Отношение высоты раковины к длине составляет 0.94. На этой стадии замок на обеих створках раковины представлен прямоугольным центральным зубом и соответствующими выемками на противоположных створках. В передней части левой створки имеется хорошо развитый, достаточно крупный боковой зуб с соответствующей ему выемкой на правой створке. Под задним плечом правой створки находится небольшой зуб, который исчезает при размере осевшей личинки свыше 400 мкм. Лигамент задний.

В планктоне зал. Петра Великого личинки *M. polynuma* встречаются в течение июля и августа (см. таблицу).

В литературе информация по морфологии раковин личинок этого вида отсутствует – имеются лишь их размерные показатели на стадии оседания [Davis, Shumway, 1996].

Mactra chinensis (см. рисунок). Раковина личинки на стадии великонха овально-треугольная. Высота раковины чуть больше или равна ее длине, величина отношения высоты раковины к длине составляет 1–1.13. Передний и задний концы широко округлые. Макушки мелкие, высокие, шишковидные. Плечи прямые, короткие, чуть наклонные, почти одинаковой длины. На стадии великонха замковая система на правой створке представлена одним зубом в центральной части провинкулюма, на левой створке имеются два зуба, между которыми расположена выемка для зуба правой створки. При этом на левой створке к большому зубу почти примыкает вытянутый боковой зуб. Лигамент задний, небольшой. Гребни



Морфология раковин личинок пяти видов двустворчатых моллюсков семейства Mactridae (Bivalvia). *gv* – общий вид; *lv* – замок левой створки; *rv* – замок правой створки.

The shell larval morphology of five species of the family Mactridae (Bivalvia). *gv* – general view; *lv* – left valve; *rv* – right valve.

расположены на левой створке раковины, фланцы – на правой. Концентрические линии нарастания тонкие, слабо выражены. Длина раковины личинки перед оседанием составляет 260–270 мкм.

Особенности размножения моллюсков сем. Mastridae (Bivalvia) залива Петра Великого
 Reproduction of mollusks of the family Mastridae (Bivalvia) from Peter the Great Bay

Виды моллюсков	Размеры яиц, мкм	Сроки нереста	Температура нереста, °С	Максимальный размер великонха, мкм	Сроки нахождения личинок в планктоне
<i>Mactromeris polytoma</i>	75–80, с.д.	начало июля, с.д.	17–18, с.д.	250–280, с.д.; 300 [Davis, Shumway, 1996]	июль–август, с.д.
<i>Mactra quadrangularis</i>	–	–	–	220–230 [Sakai, Sekiguchi, 1992]; с.д.	июль–август, с.д.
<i>Mactra chinensis</i>	50–60 [Медведева, Малахов, 1983]	июль [Касьянов и др., 1983]; с.д.	19–20, с.д.	260–270 [Касьянов и др., 1983]; с.д.	июль–август, с.д.
<i>Raeta pulchella</i>	60, с.д.	начало июля, с.д.	17–18, с.д.	160–190, с.д.	июль, с.д.
<i>Spisula sachalinensis</i>	70–72 [Калашникова и др., 1993]	июнь [Касьянов и др., 1980]; с.д.	16–22 [Касьянов и др., 1980]; с.д.	300–320 [Касьянов и др., 1983]; с.д.	конец июня–август, с.д.

Примечание. с.д. – собственные данные; «←» данные отсутствуют.
 Note. o.d. – own data; «←» no data.

В планктоне зал. Петра Великого личинки *M. chinensis* присутствуют в июле–августе, наибольшее их количество приходится на июль при температуре воды на поверхности 19–20°C (см. таблицу).

Личинки *M. chinensis* описаны в работах Миядзаки [Myazaki, 1936, 1962] и Касьянова и др. [1983].

Mastra quadrangularis (см. рисунок). Раковина овальной формы. Переднее плечо длиннее заднего. Передний конец раковины острее заднего. Задний край спрямлен. Макушки крупные, широкие. Длина раковины личинки перед оседанием 220–230 мкм (см. таблицу). Отношение высоты раковины к ее длине колеблется на разных стадиях от 0.89 до 1.00. Концентрические линии нарастания тонкие, нерегулярные. На стадии великонха замок левой створки раковины личинки представлен двумя центральными зубами; зуб, расположенный ближе к лигаменту, меньше. Лигамент задний. На переднем плече левой створки располагается боковой зуб, соответствующая ему ямка – на правой створке раковины.

В планктоне зал. Петра Великого личинки встречаются в июле–августе при температуре воды 18–22°C. Нужно отметить, что личинки *M. quadrangularis* заносятся течениями из других районов зал. Петра Великого, так как взрослые моллюски в зал. Восток не найдены. Так, вблизи устья р. Суходол (Уссурийский залив), на илисто-песчаных грунтах, этот вид встречается довольно часто.

В литературе имеются некоторые данные по морфологии раковин личинок этого вида [Myazaki, 1936, 1962; Tanaka, 1979a, b; Sakai, Sekiguchi, 1992], сведения о строении замковой системы практически отсутствуют.

Spisula sachalinensis (см. рисунок). Раковина яйцевидной формы, задний край слегка «срезан», передний конец немного длиннее и уже заднего. Макушка низкая, широкая, немного смещена к заднему концу. Плечи наклонные, переднее плечо длиннее заднего. Концентрические линии нарастания створок раковины очень тонкие. Раковина фиксированной личинки желтовато-бурого цвета. При размере личинок около 300 мкм отношение высоты раковины к длине близко к единице (0.91). На этой стадии замковая система левой створки представлена двумя прямоугольными зубами, разделенными выемкой для зуба, находящегося в центре противоположной (правой) створки. В передней части замка левой створки располагается большой лопатообразный зуб. По обеим сторонам замка левой створки имеются латеральные гребневидные зубы, на правой – фланцы. Лигамент задний, треугольной формы.

В планктоне зал. Петра Великого личинки находятся с конца июня по август с максимальной численностью в июле при температуре воды 17–22°C (см. таблицу).

В литературе имеются отдельные сведения о морфологии личинок *S. sachalinensis* в ряде работ как иностранных, так и отечественных авторов [Медведева, 1981; Куликова, Колотухина, 1989; Калашникова, Айздайчер, 1993; Rees, 1950; Myazaki, 1962; Hayashi, Terai, 1964; Lutz et al., 1982; Webb, 1987].

Обсуждение

Собственные исследования морфологии личинок всех видов сем. Mactridae зал. Петра Великого и использование литературных данных позволили получить общую характеристику личинок этого семейства. На стадии великонха форма личинок разных видов сем. Mactridae бывает овальной, яйцевидной, овально-треугольной. Передний конец раковины немного длиннее и острее, чем задний. Задний край раковины почти прямой или округлый, иногда перпендикулярен к замковому краю. Плечи прямые или спадающие вниз, укороченные или длинные, переднее плечо всегда немного длиннее заднего. Округлая макушка широкая или узкая, низкая или высокая. У большинства видов (за исключением *R. pulchella*) замковая система правой створки представлена одним прямоугольным зубом. На левой створке в центре замкового ряда имеются два зуба разного размера, в передней части замка на этой створке располагается крупный лопатообразный зуб. Латеральные зубы представлены гребнями и фланцами. Лигамент задний. Глазок отсутствует.

Взрослые моллюски сем. Mactridae залива Петра Великого морфологически хорошо отличаются, однако их личинки не обладают высоким морфологическим сходством. В связи с этим, а также вследствие небольших размеров (см. таблицу), идентифицировать в планктоне личинок довольно сложно. Ряд авторов при описании личинок уделяет много внимания только признакам наружной поверхности раковины: форме и поверхностной скульптуре, размерным соотношением её высоты и длины, форме и размеру макушки [Калашникова, Айздайчер, 1993; Myazaki, 1936; Thorson, 1936; Rees 1950; Hayashi, Terai, 1964; Le Pennec, 1980; и др.].

Среди исследуемых нами видов сем. Mactridae личинки самого мелкого вида *R. pulchella* внешне схожи с таковыми *M. chinensis*, однако плечи у личинок рэты от макушки круто спадают вниз, а у мактры они почти прямые. Макушка рэты острая, высокая, у мактры – в виде маленькой симметричной шишечки. Личинки *S. sachalinensis* и *M. polynuma* тоже обладают заметным внешним сходством, что касается в основном их общей формы и формы макушки.

Однако по мере роста раковины личинок часто меняют форму и прочие внешние признаки, поэтому для определения видовой принадлежности личинок, особенно сходных внешне (например, *M. chinensis* и *R. pulchella* или *S. sachalinensis* и *M. polynuma*) необходимо использовать более консервативные признаки. Известно, что для идентификации как взрослых моллюсков, так и их личинок [Rees, 1950; Le Pennec, 1980; Lutz et al., 1982; и др.] используется строение замкового аппарата.

При исследовании строения замкового аппарата вышеописанных личинок было обнаружено, что у каждого из пяти видов в строении провинкулума имеются свои особенности (см. рисунок). Так, личинки *R. pulchella* и *M. chinensis* на ранних

стадиях внешне очень похожи, но в строении замка отличаются тем, что у рэты имеются два центральных зуба на провинкулюме обеих створок, а у мактры два зуба на провинкулюме левой створки и один зуб на правой. У личинок двух других видов, *S. sachalinensis* и *M. quadrangularis*, как и у *M. chinensis*, в центре провинкулюма находятся по два зуба на левых створках личинок, однако на правых створках – по одному. Личинки *M. polynuta* внешне более всего сходны с личинками *S. sachalinensis*, но по замку заметно отличаются. У спизулы, как отмечалось выше, два зуба на левой створке, у мактромаериса – один. На правой створке у обоих видов имеется по одному зубу. У всех перечисленных мактррид боковые зубы, лежащие под передним плечом левой створки, имеют сходную форму, и только у мактромаериса под задним плечом правой створки находится небольшой боковой (кардинальный) зуб, впоследствии исчезающий перед оседанием личинки.

Таким образом, сравнительный анализ морфологии пелагических личинок сем. Mactridae показал наиболее важные признаки для определения их видовой принадлежности. Ими являются форма и скульптура раковины, включая размерные параметры раковин и их соотношение, форма макушки, а также строение замковой системы, включающее количество и расположение центральных зубов и строение латеральной замковой системы.

Нерест у всех видов моллюсков сем. Mactridae в заливе Петра Великого происходит в июне–июле при температуре воды 17–20°C. В планктоне личинки находятся с конца июня по август при прогреве воды от 18 до 23°C (см. таблицу), несмотря на то, что имеют разную, от тропическо-субтропической (*R. pulchella*) до бореальной (*M. polynuta*) зонально-географическую принадлежность.

Литература

- Калашикова С.А., Айздайчер Н.А. 1993. О личиночном развитии *Spisula sachalinensis* (Cardida, Mactridae), *Ruditapes philippinarum* (Cardida, Veneridae) и *Crenomytilus grayanus* (Mytilida, Mytilidae) в культуре // Зоологический журнал. Т. 72, вып. 7. С. 13–19.
- Кантор Ю.И., Сысоев А.В. 2005. Каталог моллюсков России и сопредельных стран. М.: Товарищество научных изданий КМК. 627 с.
- Касьянов В.Л., Медведева Л.А., Яковлев С.Н., Яковлев Ю.М. 1980. Размножение иглокожих и двустворчатых моллюсков. М.: Наука. 207 с.
- Касьянов В.Л., Крючкова Г.А., Куликова В.А., Медведева Л.А. 1983. Личинки морских двустворчатых моллюсков и иглокожих. М.: Наука. 214 с.
- Кафанов А.И. 1991. Двустворчатые моллюски шельфов и континентального склона северной Пацифики: аннотированный указатель. Владивосток: ДВО АН СССР. 200 с.
- Куликова В.А., Колотухина Н.К. 1989. Пелагические личинки двустворчатых моллюсков Японского моря. Методы, морфология, идентификация. Препринт № 21. Владивосток: ДВО АН СССР. 60 с.
- Медведева Л.А. 1981. Личиночное развитие двустворчатого моллюска *Spisula sachalinensis* // Тезисы докладов VI Всесоюзного совещания эмбриологов. М.: Наука. С. 116.
- Медведева Л.А., Малахов В.В. 1983. Эмбриональное развитие двустворчатого моллюска *Mactra chinensis* (Cardiida, Mactridae) // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 62. С. 1162–1169.

- Скарлато О.А. 1981. Двусторчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Л.: Наука. 480 с.
- Davis C.V., Shumway S.E. 1996. Larval and juvenile grows of Stimpson's surf clam – a new candidate species for aquaculture development? Journal of Shellfish Research. V. 15, N 2. P. 479–480.
- Imai T., Hatanaka M., Sato R., Sakai S. 1953. Tank breeding of the Japanese surf clam, *Maetra sachalinensis* Schrenck // Science Report of the Tohoku University. N 4. P. 121–131.
- Hayashi T., Terai K. 1964. Study on the larvae and young of Japanese surf clam, *Spisula (S.) sachalinensis* (Schrenck), at Shikuzu, Muroran City. 1. Taxonomy of the Pelecypoda's veliger larvae in plankton // Scientific Reports of the Hokkaido Fisheries Experimental Station. N 2. P. 7–38.
- Le Pennec M. 1980. The larval and post-larval hinge of some families of bivalve mollusks // Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom. V. 60. P. 601–617.
- Lee J.Y., Chang Y.J., Park Y.J. 1996. Spawning induction and egg development of surf clam, *Spisula sachalinensis* // Journal of Aquaculture. V. 9, N 4. P. 419–427.
- Loosanoff V.L., Davis H.C. 1963. Rearing of bivalve mollusks // Advances Marine Biology. N 1. P. 1–136.
- Lutaenko K.A., Noseworthy R.G. 2012. Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea). Vladivostok: Dalnauka. 247 p.
- Lutz R., Goodsell J., Castagna M., Chapman S., Newell C. et al. 1982. Preliminary observations on the usefulness of hinge structures for identification of bivalve larvae // Journal of Shellfish Research. V. 2. P. 65–70.
- Miyazaki I. 1936. On the development of some marine bivalves, with special reference to the shelled larvae (II) // Journal of the Imperial Fisheries Institute. V. 31. P. 35–41.
- Miyazaki I. 1962. On the identification of lamellibranch larvae // Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. V. 28. P. 955–966.
- Rees C.B. 1950. The identification and classification of lamellibranch larvae // Hull Bulletins of Marine Ecology. V. 3. P. 73–104.
- Sakai A., Sekiguchi H. 1992. Identification of planktonic late-stage larval and settled bivalves in tidal flat // Bulletin of the Japanese Society of Fishery and Oceanography. V. 56, N 4. P. 410–425.
- Tanaka Y. 1979a. Identification of bivalve larvae // Aquabiology. V. 1, N 2. P. 27–33.
- Tanaka Y. 1979b. Identification of bivalve larvae // Aquabiology. V. 1, N 3. P. 43–50.
- Thorson G. 1936. The larval development, growth and metabolism of Arctic marine bottom invertebrates compared with those of other seas // Meddelelser om Grønland. V. 100. P. 1–155.
- Webb C.M. 1987. Post-larval development of the bivalves *Nucula turgida*, *Venus striatula*, *Spisula subtruncata* and *S. elliptica* (Mollusca: Bivalvia) (with reference to the late larva) // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. V. 67. P. 441–459.

Published online August 22, 2016