

Морфология глохидиев дальневосточных перловиц *Nodularia amurensis* и *Middendorffinaia sujfunensis* (Bivalvia: Unionidae: Nodulariinae)

Е.М. Саенко

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток 690022, Россия
e-mail: sayenko@ibss.dvo.ru

Приведены данные по морфологии личиночных раковин (глохидиев) пресноводных двустворчатых моллюсков-перловиц *Nodularia amurensis* (Mousson, 1887) и *Middendorffinaia sujfunensis* Moskvicheva et Starobogatov, 1973. Впервые для *M. sujfunensis* получены данные по ультратонкому строению личиночных раковин с помощью сканирующей электронной микроскопии. Установлено различие в микроскульптуре наружной поверхности глохидиальных створок *M. sujfunensis* и *N. amurensis*. По литературным данным сравниваются данные о наружной микроскульптуре личиночных раковин других дальневосточных перловиц.

Ключевые слова: глохидии, морфология, микроскульптура, перловицы, *Nodularia amurensis*, *Middendorffinaia sujfunensis*.

Morphology of glochidia of the freshwater mussels *Nodularia amurensis* and *Middendorffinaia sujfunensis* (Bivalvia: Unionidae: Nodulariinae) from the Russian Far East

E.M. Sayenko

Institute of Biology and Soil Sciences, Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok 690022, Russia
e-mail: sayenko@ibss.dvo.ru

Data on morphology of glochidia of the freshwater bivalves *Nodularia amurensis* (Mousson, 1887) and *Middendorffinaia sujfunensis* Moskvicheva et Starobogatov, 1973 are presented. Ultrastructural features of the glochidial shells of *M. sujfunensis* are studied with scanning electron microscope for the first time. The difference between outer microsculpture of the glochidial valves of *M. sujfunensis* and *N. amurensis* is described. Features of the outer microsculpture of glochidial shells of both studied species are compared with the literature data on other Far Eastern mussels.

Key words: glochidia, morphology, microsculpture, freshwater mussels, *Nodularia amurensis*, *Middendorffinaia sujfunensis*.

Пресноводные двустворчатые моллюски семейства Unionidae – широко распространенная от Северной Америки до Юго-Восточной Азии группа моллюсков. В составе унионид существенную часть составляют перловицы, которых объединяют в два подсемейства: Unioninae (сюда среди прочих входят роды *Lanceolaria* Conrad, 1853 и *Unio* Philipsson, 1788) и Nodulariinae (включающего

Nodularia Conrad, 1853 и *Middendorffinaia* Moskvicheva et Starobogatov, 1973) [Старобогатов и др., 2004]. Следует сразу отметить, что взгляды на систематику восточно-азиатских перловиц у малакологов российской и зарубежной школ различаются. Одни зарубежные специалисты рассматривают виды рода *Nodularia* как подрод рода *Unio* [Higo, Goto, 1993; He, Zhuang, 2013; и др], другие принимают самостоятельность рода *Nodularia*, не признавая, однако, выделение рода *Middendorffinaia* [Graf, Cummings, 2007], при этом и те, и другие упоминают только подсемейство Unioninae.

В отечественной малакологии представления о статусе нодулярий также менялись. Окончательный вывод о самостоятельности рода *Nodularia* был сделан Москвичевой [1973] при ревизии дальневосточных перловиц. В том же 1973 г. Москвичевой и Старобогатовым был выделен новый род *Middendorffinaia* (типовой вид *Unio mongolicus* Middendorff, 1851). За основу были взяты различия в макушечной скульптуре, однако авторы при выделении нового рода перловиц из бассейна Амура и водоемов Приморского края сравнивали признаки раковин *Middendorffinaia* только с японскими и китайскими двустворками, совершенно не обсуждая их отличия от *Nodularia*. Позже к различиям в макушечной скульптуре (в виде волнистых валиков у *Nodularia* и грубых шевронов у *Middendorffinaia*) был добавлен такой признак, как положение самой задней точки раковин (ниже середины высоты створки у *Nodularia* либо выше середины высоты створки у *Middendorffinaia*) [Затравкин, Богатов, 1984]. Привлечение новых признаков, в частности данных по морфологии личиночных раковин, позволило бы снять ряд спорных таксономических вопросов.

Исследования глохидиев нодулярий немногочисленны. Получены данные для ряда видов *Nodularia* из водоемов российского Дальнего Востока [Жадин, 1938; Антонова, Старобогатов, 1988; Антонова и др., 1990; Саенко, Холин, 2007; Саенко, 2008], имеются описания глохидиев *N. douglasiae* (Griffith et Pidgeon, 1833) из Кореи [Inaba, 1941, 1964; Kwon et al., 1993; Park, Kwon, 1993], Японии [Habe, 1973] и Китая [Wu et al., 1999; Shu, Wu, 2005]. Данных по морфологии глохидиев *Middendorffinaia* (описание, промеры, фотографии или рисунки) до настоящего времени не было.

Цель работы – получить первые сведения по морфологии глохидиев *Middendorffinaia*, дополнить описания морфологии глохидиев *Nodularia* данными по микроскульптуре раковин, сравнить признаки ультратонкого строения наружной поверхности личиночных створок у *Middendorffinaia* и *Nodularia*.

Материал и методы

В работе использованы сборы раковин и пробы глохидиев, хранящиеся в коллекции Лаборатории пресноводной гидробиологии БПИ ДВО РАН (Владивосток):

- *Nodularia amurensis* (Mousson, 1887) – 3 экз., Хабаровский кр., р. Амур, заливы Б. Уссурийского острова, 25.05.2008 г., сб. А.В. Хлопова; 2 экз., р. Амур, Петровская протока у Вольно-Спасское, 26.06.2006 г., сб. О.К. Клишко; 1 экз., Приморский край, р. Раздольная в р-не ж/д станции Раздольное, 17.07.2014 г., сб. Е.М. Саенко, И.А. Родионов.
- *Middendorffinaia sujfunensis* Moskvicheva et Starobogatov, 1973 – 1 экз., Приморский кр., р. Артёмовка, 09.05.1998 г.

Для подготовки к работе на сканирующем электронном микроскопе глохидии очищали от мягких тканей в 5%-ном КОН. Очищенные раковины промывали несколько раз в дистиллированной воде, затем проводили через серию спиртов (80, 90, 96%), после чего крепили на столик. Напыление золотом производили сразу же после подсушивания пробы на столике, чтобы предотвратить вероятность деформации наружного слоя раковин. Для каждой личиночной раковины наружную микроскульптуру смотрели в нескольких точках – у вентрального конца (т.е. ближе к крючку), в центре створки (район аддуктора), ниже центра створки за пределами аддуктора, у лигамента.

Фотографии глохидиев получены на сканирующем микроскопе Zeiss EVO 40 в Центре коллективного пользования «Биология и генетическая инженерия» Биолого-почвенного института ДВО РАН.

Результаты и обсуждение

По форме и размерам глохидии *Nodularia* и *Middendorffinaia* относятся к анодонтонидному типу (о неоправданности выделения унионидного типа см.: Саенко [2006]). Раковины округло-треугольные (рис. 1, 2), имеют дуговидные передний и задний края, на вентральной стороне сходящиеся под углом, почти прямой лигамент (рис. 1В, 2А). Размеры изученных глохидиев (длина и высота) 147.5–185 мкм у *N. amurensis* и 175–225 мкм у *M. sujfunensis*, створки продольно вытянуты, т.е. их высота всегда меньше длины (см. таблицу). Прикрепительный аппарат в виде крючка, как у всех глохидиев с анодонтонидным типом строения. Крючок не менее 27–35% от высоты створки у *N. amurensis* и всего 17–20% – у *M. sujfunensis*.

Поры на створках глохидиев *Nodularia* и *Middendorffinaia* немногочисленные, крайне мелкие, видны только в сканирующий электронный микроскоп на большом увеличении (рис. 2А, 3). Именно поэтому некоторые исследователи на наружной поверхности створок нодулярий отмечали лишь неглубокие ямки, впадины (shallow pits) [Inaba, 1941, 1964], называя створки гладкими (psilate) [Park, Kwon, 1993], а поры указывали только для внутренней поверхности створок [Антонова и др., 1990].

Диаметр пор на разных участках наружной поверхности створки различается: наиболее крупные поры отмечены в районе аддуктора.

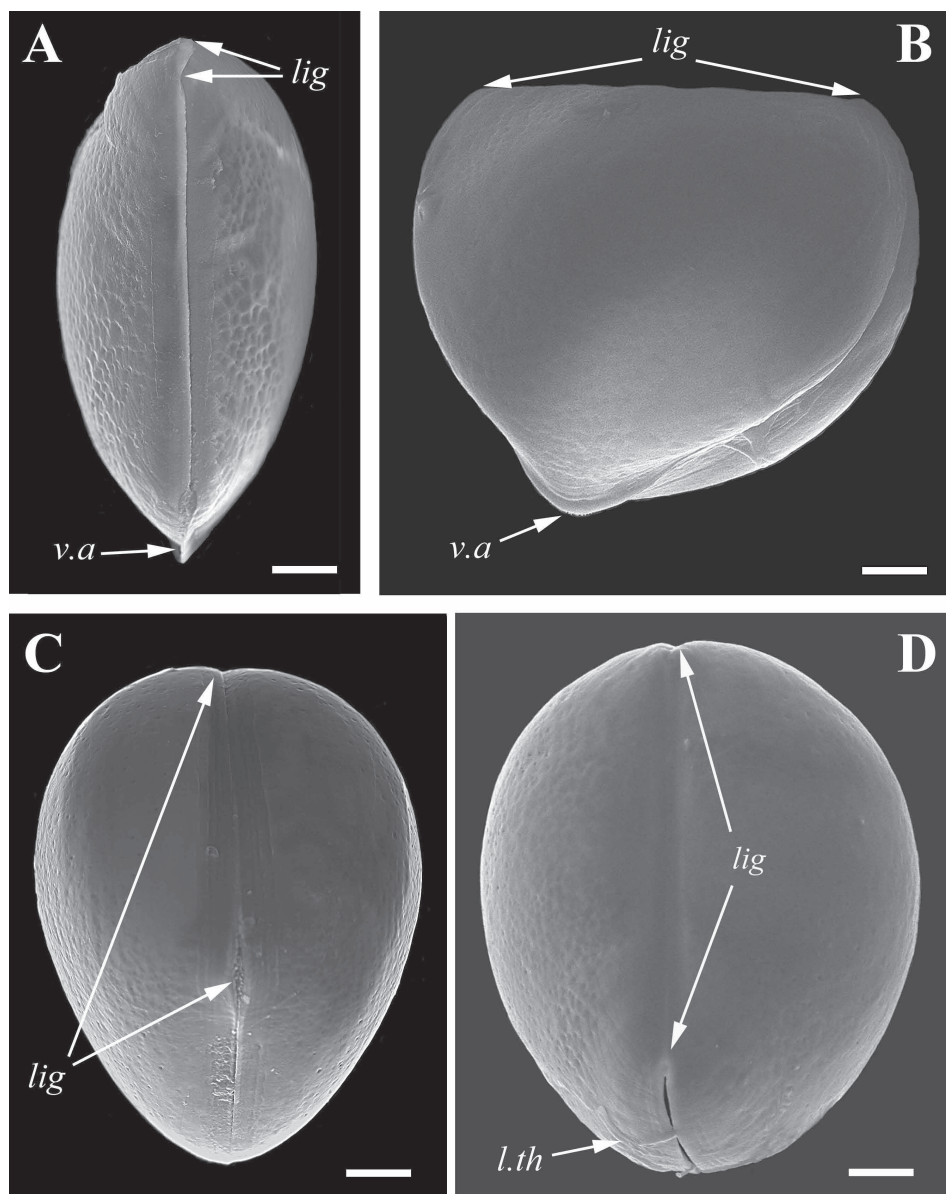


Рис. 1. Глохидии *Nodularia amurensis* с разных ракурсов: **A** – р. Раздольная; **B, C** – р. Амур, Петровская протока; **D** – р. Амур, Б. Уссурийский остров. Обозначения: *lig* – лигамент; *v.a* – вентральный угол; *l.th* – личиночная нить; *v* – створка открытой глохидиальной раковины. Сканирующая электронная микроскопия. Масштаб 2 мкм.

Fig. 1. Glochidia of *Nodularia amurensis* from various view angles: **A** – Razdolnaya River; **B, C** – Amur River, Petrovskaya channel; **D** – Amur River, B. Ussuriysky Island. Abbreviations: *lig* – ligament; *v.a* – ventral angle; *l.th* – larval thread; *v* – valve of open glochidial shell. Scanning electron microscopy. Scale bar 2 μm.

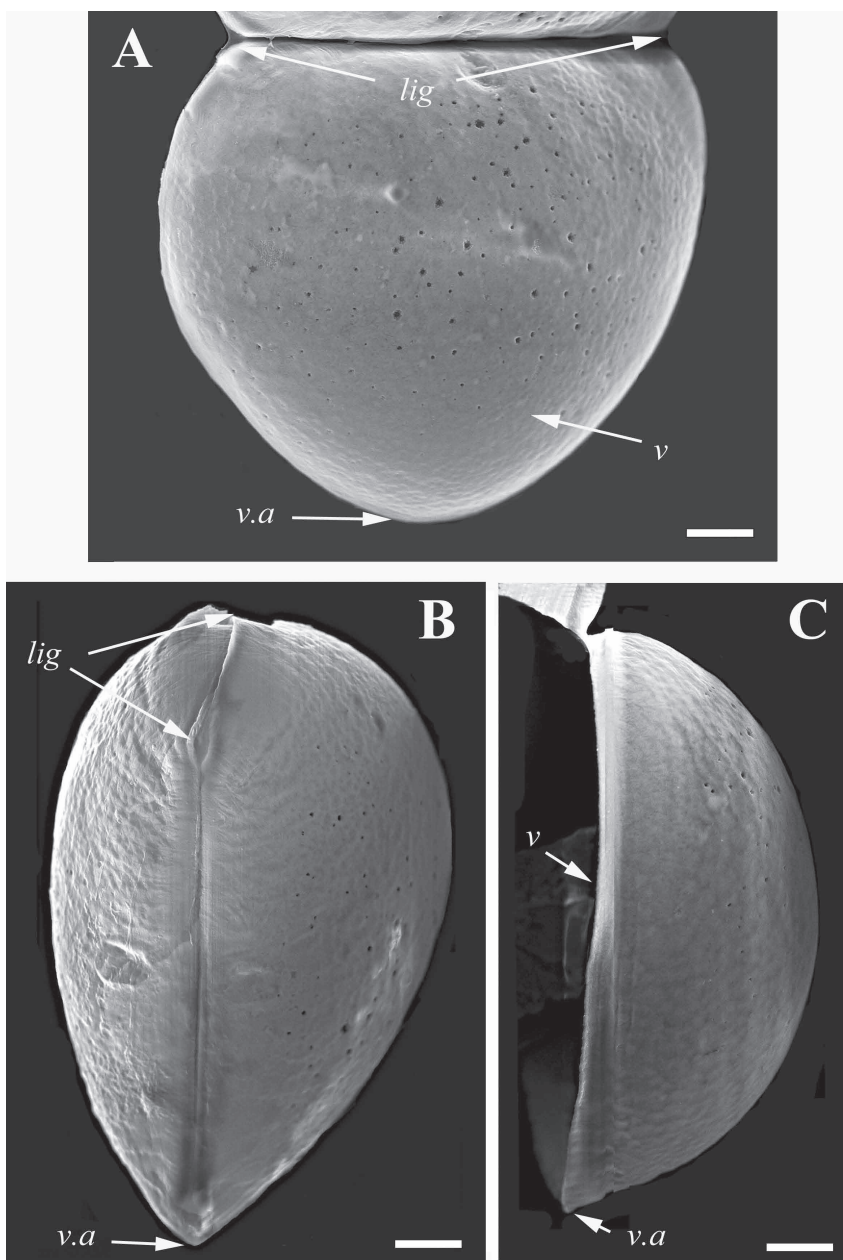


Рис. 2. Глохидии *Middendorffinaia sujfunensis* с разных ракурсов. Обозначения: *lig* – лигамент; *v.a* – вентральный угол; *l.th* – личиночная нить; *v* – створка открытой глохидиальной раковины. Сканирующая электронная микроскопия. Масштаб 2 мкм.

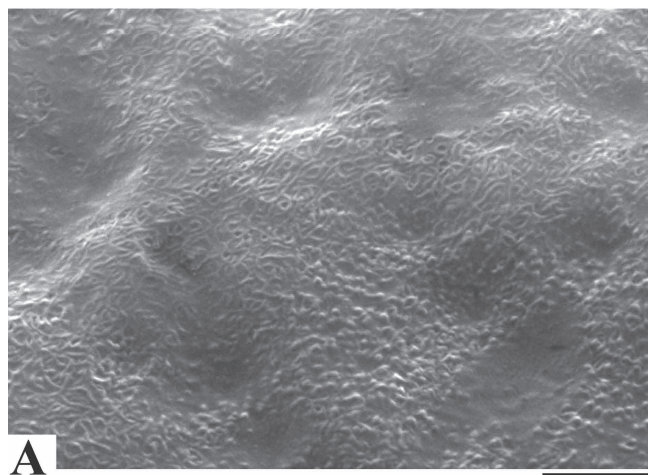
Fig. 2. Glochidia of *Middendorffinaia sujfunensis* from various view angles. Abbreviations: *lig* – ligament; *v.a* – ventral angle; *l.th* – larval thread; *v* – valve of open glochidial shell. Scanning electron microscopy. Scale bar: 2 μm.

Конхологические признаки глохидиев исследованных перловиц (в мкм)
Conchological features of glochidia of the studied mussels (in μm)

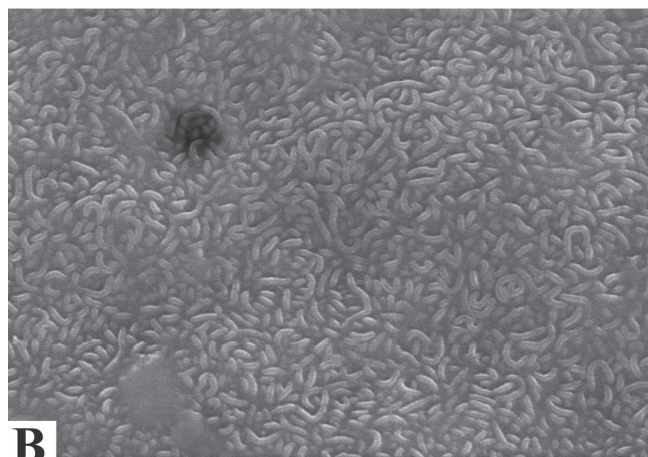
Вид (species)	Место сбора (locality)	Высота раковины (H)	Длина раковины (L)	Длина лигамента (lig)	Длина крючка (hook)	H/L	lig/L
<i>Nodularia amurensis</i> Б. Уссурийский остров		150–185 160.5 ±11.61	162.5–185 176.3 ±5.7	132.5–150 143 ±6.46	40–65 49.1 ±5.16	0.84–0.95 0.88 ±0.04	0.71–0.83 0.80 ±0.04
<i>Nodularia amurensis</i> Петровская протока		147.5–150 149.2 ±1.29	155–167.5 163.8 ±5.95	130–135 132.5 ±1.58	42.5–45 43.5 ±1.37	0.88–0.95 0.91 ±0.03	0.79–0.86 0.81 ±0.03
<i>Nodularia amurensis</i> р. Раздольная		155–165 158.5 ±3.76	175–182.5 179.3 ±2.06	127.5–147.5 138.3 ±6.24	–	0.86–0.92 0.87 ±0.02	0.72–0.82 0.76 ±0.03
<i>Middendorffinaia suifunensis</i> р. Артемовка		175–197.5 188.3 ±11.8	200–225 207.5 ±11.9	157.5–172.5 168.4 ±5.73	42.5–43.8 43.1 ±0.88	0.82–0.94 0.89 ±0.06	0.79–0.82 0.80 ±0.01

Примечание. Над чертой – пределы изменчивости (min–max) признака; под чертой – среднее арифметическое (полуширный шрифт) со стандартным отклонением.

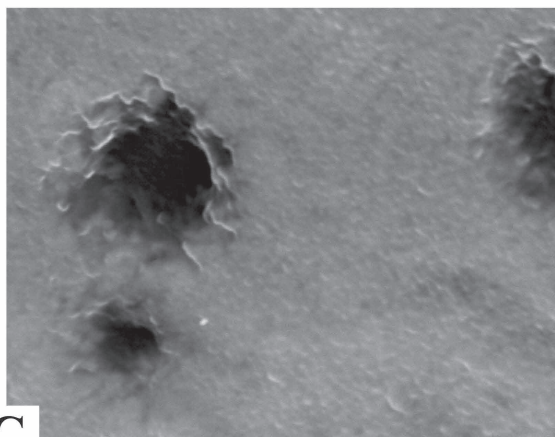
Note. Above the line – limit of variation (min–max) of every character; under the line – mean arithmetical value (bold) with standard deviation.



A



B



C

Для глохидиев *N. amurensis* и *M. suffunensis* было выявлено наличие следующих основных типов рисунка микроструктуры наружной поверхности глохидиальных створок (рис. 3): структура в виде плотных петлеобразных линий, характерная для центральной части створок в районе аддуктора (рис. 3A); далее, как разновидность плотно-петлевидной, можно выделить вермикулярную (vermiculate), когда петли настолько уплотняются, что видны только их верхние участки, т.н. «вермикулы» [Hoggarth, 1999] – такую микроскульптуру можно наблюдать на участках

Рис. 3. Микроскульптура наружной поверхности глохидиальных створок *Nodularia amurensis* (A – р. Раздольная; B – р. Амур, Б. Уссурийский остров) и *Middendorffinaia suffunensis* (C): A – участок створки ниже аддуктора; B – центральная часть створки (район аддуктора); C – у лигамента. Сканирующая электронная микроскопия. Масштаб 2 мкм.

Fig. 3. Microsculpture of external surface of glochidia of *Nodularia amurensis* (A – Razdolnaya River; B – Amur River, B. Ussuriysky Island) and *Middendorffinaia suffunensis* (C): A – part of valve down the adductor; B – central part of valve (adductor); C – near ligament. Scanning electron microscopy. Scale bar 2 μ m.

створки сразу за пределами аддуктора (рис. 3В); наконец, зернистая структура, которая скорее всего является следующим этапом уплотнения структурных линий, когда видимые вершинки очень плотно уложенных петель создают зернистый, шероховатый рисунок – такая микроструктура отмечена у лигамента (рис. 3С).

Смена типов наружной микроскульптуры глохидиев от центральной части створки к лигаменту описана также для *N. vladivostokensis* Moskvicheva, 1973

[Sayenko, 2014]. Плотнопетлевидный рисунок можно отметить для глохидиев *N. douglasiae* из Китая [Shu, Wu, 2005, figs. 1–6], а вермикулярный – для *N. douglasiae* из Кореи [Kwon et al., 1993, fig. 19; Park, Kwon, 1993, pl. 3, fig. 7].

Полагаю, что отмеченная у *Nodularia* и *Middendorffinaia* зернистая структура отличается от описанной у других перловиц мелко-глобулярной, гранулированной (beaded, granule) микроскульптуры. Так, гранулированная микроскульптура описана для глохидиев европейского вида *Unio*

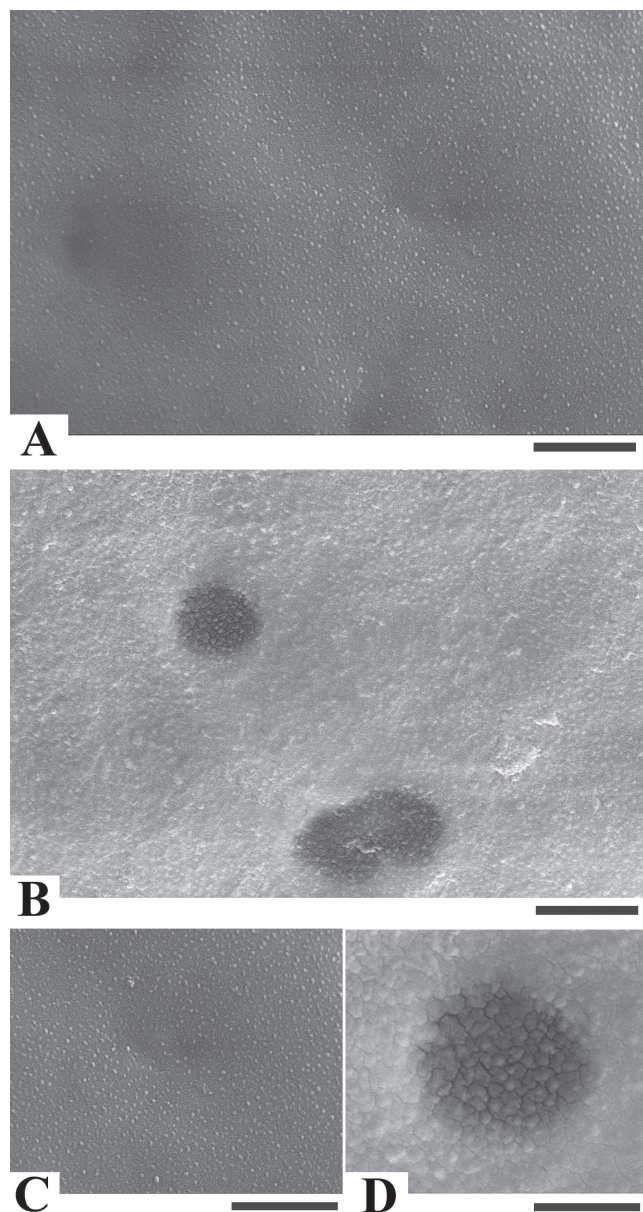


Рис. 4. Микроскульптура наружной поверхности глохидиальных створок перловиц *Nodularia biwae* (A, D – увеличенный фрагмент) и *Lanceolaria grayana* (B, C – увеличенный фрагмент) из Японии, о-в Хонсю. Сканирующая электронная микроскопия. Масштаб 1 мкм (A, B) и 2 мкм (C, D).

Fig. 4. Microsculpture of external surface of glochidia of mussels *Nodularia biwae* (A, D – fragment) and *Lanceolaria grayana* (B, C – fragment) from Honshu Is., Japan. Scanning electron microscopy. Scale bar 1 μ m (A, B) and 2 μ m (C, D).

elongatus glaucinus Porro, 1838 [Hoggarth, 1999], для дальневосточных видов *Lanceolaria grayana* (Lea, 1834) [Саенко, 2012] и *Nodularia biwae* Kobelt, 1879 ранее указали наличие только мелко-глобулярной микроструктуры [Саенко, 2012]. В данной работе для сравнения приведены ранее не публиковавшиеся фотографии наружной микроскульптуры глохидиев *L. grayana* и *N. biwae* (рис. 4), сделанные в центральной части створок в районе аддуктора.

Таким образом, имеющиеся на данный момент сведения по морфологии глохидиев *Nodularia* и *Middendorffinaia* не дают признаков, позволяющих различать данные два рода перловиц. Несомненно, что для достоверного сравнения необходимо продолжить исследования, в том числе амурских представителей *Middendorffinaia*.

Благодарности

Выражаю искреннюю признательность д.б.н. А.В. Чернышёву (Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, г. Владивосток), любезно поделившемся пробой глохидиев *Middendorffinaia suifuensis*. Я очень признательна к.б.н. Н.Н. Нарышкиной (БПИ ДВО РАН) за помощь в работе на сканирующем электронном микроскопе.

Литература

- Антонова Л.А., Старобогатов Я.И., Богатов В.В. 1990. Использование электронного сканирующего микроскопа для идентификации родовой принадлежности глохидиев унионид // Зоологический журнал. Т. 69, вып. 11. С. 134–137.
- Затравкин М.Н., Богатов В.В. 1987. Крупные двустворчатые моллюски пресных и солоноватых вод Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВО АН СССР. 153 с.
- Москвичева И.М., Старобогатов Я.И. 1973. О восточноазиатских потомидоподобных унионидах (Bivalvia) // Бюллетень Московского общества испытателей природы, отделение биологии. Т. 78, вып. 2. С. 21–37.
- Саенко Е.М. 2008. Новые данные по морфологии глохидиев дальневосточных перловиц рода *Nodularia* Conrad, 1853 (Unionidae: Nodulariinae) // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 134–143.
- Саенко Е.М. 2012. Новые данные по микроструктуре личиночных раковин унионид (Bivalvia: Unionidae) с о-ва Хонсю, Япония // I Всероссийская научная конференция «Современные исследования в биологии»: Материалы конференции. Владивосток: БПИ ДВО РАН, ДВФУ. С. 233–236.
- Саенко Е.М., Холин С.К. 2007. Морфология глохидиев двух видов *Nodularia* (Bivalvia: Unionidae: Nodulariinae) из Приморского края // Зоология беспозвоночных. Т. 4, вып. 2. С. 185–194.
- Старобогатов Я.И., Прозорова Л.А., Богатов В.В., Саенко Е.М. 2004. Моллюски пресных и солоноватых вод // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. С.-Пб.: Наука. С. 9–491.
- Habe T. 1973. Pelecypoda // Freshwater Biology of Japan. M. Uéno (Ed.). Tokyo: Hokuryukan Publishing Co. Ltd. P. 331–341.
- He J., Zhuang Z. 2013. The Freshwater Bivalves of China. Harxheim (Germany): ConchBooks, 198 p.
- Higo S., Goto Y. 1993. A Systematic List of Molluscan Shells from the Japanese Is. and the Adjacent Areas. Osaka: Elle Corp. 22+693+13+149 pp. (index). [In Japanese].

- Hoggarth M.A. 1999. Descriptions of some of the glochidia of the Unionidae (Mollusca: Bivalvia) // *Malacologia*. V. 41, N 1. P. 1–118.
- Inaba S. 1941. A preliminary note on the glochidia of Japanese freshwater mussels // *Annotationes Zoologicae Japonenses*. V. 20, N 1. P. 14–23.
- Inaba S. 1964. Morphological and ecological studies on the glochidia larvae of the Unionidae // *Science Reports of the Faculty of Liberal Arts and Education, Gifu University*. V. 3. P. 275–307.
- Graf D.L., Cummings K.S. 2007. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida) // *Journal of Molluscan Studies*. V. 73. P. 291–314.
- Kwon O.-K., Park G.-M., Lee J.-S., Song H.-B. 1993. Scanning electron microscope studies of the minute shell structure of glochidia of three species of Unionidae (Bivalvia) from Korea // *Malacological Review*. V. 26, N 1–2. P. 63–70.
- Park G.-M., Kwon O.-K. 1993. A comparative study of morphology of the freshwater Unionidae glochidia (Bivalvia: Palaeoheterodonta) in Korea // *Korean Journal of Malacology*. V. 9, N 1. P. 46–62. [In Korean with English abstract].
- Sayenko E.M. 2014. Glochidia of *Nodularia vladivostokensis* (Bivalvia: Unionidae: Nodulariinae) from Razdolnaya River basin, Southern Primorye // *Abstracts of the Conference, Mollusks of the Eastern Asia and Adjacent Seas, October 6–8, 2014, Vladivostok, Russia*. E.M. Sayenko, K.A. Lutaenko (Eds.). Vladivostok: Dalnauka. P. 85–86.
- Shu F.-Y., Wu X.-P. 2005. Observation on shell surface of glochidia of two freshwater mussel species (Unionidae) by SEM // *Life Science Research*. V. 9, N 1. P. 73–76. [In Chinese with English abstract].
- Wu X.-P., Liang Ya.-L., Wang H.-Zh. 1999. A comparative study of glochidial morphology of Unionidae (Bivalvia). I. *Unio douglasiae*, *Cuneopsis pisciulus*, *Acuticosta chinensis* and *Acuticosta ovata* // *Acta Hydrobiologica Sinica*. V. 23, N 2. P. 141–145. [In Chinese with English abstract].

Published online December 24, 2015