



УДК 594.3/591.3 (282.256.341)

Плодовитость и эмбриональное развитие *Anisus (Gyraulus) stroemi* (Westerlund, 1881) (Gastropoda, Planorbidae)

И. И. Шишмарева, Д. В. Матафонов

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ
E-mail: ira.shishmaryova@gmail.com

Аннотация. Впервые получены данные о плодовитости и темпах эмбрионального развития палеарктического вида *Anisus (Gyraulus) stroemi* (Westerlund, 1881) и выявлена связь изученных параметров с особенностями освоения *A. stroemi* прибрежно-соровой зоны Байкала.

Ключевые слова: *Anisus (Gyraulus) stroemi*, плодовитость, эмбриональное развитие, прибрежно-соровая зона, *Elodea canadensis*, Байкал.

Введение

Брюхоногие моллюски являются одной из доминирующих групп в сообществах макрозообентоса прибрежно-соровой зоны Байкала, где представлены преимущественно общесибирскими видами [8; 10; 11]. *Anisus (Gyraulus) stroemi* (Westerlund, 1881) – палеарктический вид, отмеченный на макрофитах в прибрежно-соровой зоне оз. Байкал [3], в том числе в бухтах Чивыркуйского залива [6; 7], где он в обилии населяет чужеродный для озера вид элодею канадскую *Elodea canadensis* [4].

Населяющие Байкал общесибирские виды брюхоногих остаются одними из слабоизученных организмов. М. М. Кожов в опубликованной в первой половине XX в. монографии [8] обобщил результаты многолетних исследований эндемичных и неэндемичных моллюсков Байкала. Позже специальных исследований распространённых в Сибири моллюсков не проводилось, а имеющиеся сведения обобщены в фундаментальной сводке [3]. Основное внимание в публикациях последних лет уделяется фауне и таксономии [3; 11; 12; 18], анатомии и морфологии [15; 20], особенностям роста [13; 22] и размножения [19], популяционным исследованиям [17] и генетике [5; 14] байкальских эндемиков. Имеются сведения о длительности размножения эндемичных видов, морфологии яйцевых капсул и особенностях эмбрионального развития [21; 23]. Сведения же о плодовитости и темпах развития обитающих в прибрежной зоне Байкала палеарктических видов фактически отсутствуют.

Исследование этих вопросов может способствовать познанию механизмов, лежащих в основе взаимоотношений байкальского и общесибирского компонентов фауны Байкала, а также механизмов освоения сибирскими видами биоценозов, эдификаторами которых выступают чужеродные виды. Вышеизложенное определило цель настоящего исследования: изучить плодовитость и темпы эмбрионального развития одного из распространённых в прибрежно-соровой зоне Байкала общесибирского вида брюхоногих *Anisus (Gyraulus) stroemi*.

Изучение биологии и экологии этого вида гастропод представляет особый интерес и в связи с тем, что он включился в цикл развития трематоды *Quinqueserialis quinqueserialis* (Trematoda: Notocotilidae), завезённой в Байкальский регион с ондатрой [6].

Материалы и методы

Половозрелые особи *A. stroemi* с шириной раковины от 4,6 до 7,1 мм ($5,9 \pm 0,16$ мм, $n = 18$ экз.) были собраны в бухте Монахово Чивыркуйского залива 21 мая 2010 г. и помещены в бытовую холодильную камеру (4–5 °С).

Вопрос видовой принадлежности моллюсков, собранных нами в Чивыркуйском заливе (рис. 1), остаётся открытым в связи с тем, что согласно имеющимся отечественным определительным ключам [9] найденные экземпляры значительно крупнее *A. stroemi* и могут быть идентифицированы как *A. centrifugus* (Westerlund, 1897) – вид, который ранее в Байкале отмечен не был. С другой стороны, признаки моллюсков близки к выполненному пе-

реописанию синтипов *Planorbis (Gyraulus) stroemi* Westerlund, 1881 из коллекции Музея естественной истории Гёттеборга (Германия) [16]. Такая идентификация соответствует имеющимся сведениям [3], согласно которым *Anisus (Gyraulus) stroemi* (Westerlund, 1881) населяет оз. Байкал. В настоящем исследовании мы придерживаемся последней точки зрения.

Бухта Монахово представляет собой обширное мелководное пространство с глубиной до 3,5 м, её слабо покатое в юго-восточном направлении дно занято илами. В структуре высшей водной растительности доминируют элодея канадская в сочетании с рдестом пронзённолистным *Potamogeton perfoliatus* [1]. Толщина льда в зимний период достигает 0,6 м, поэтому зарастающие элодеи в летний период мелководья, на которых после схода льда были собраны моллюски (глубина около 0,2 м), зимой промерзают, а растительность отмирает.

Плодовитость и развитие моллюсков исследовались в лабораторных условиях при естественном режиме освещения. В настоящем исследовании мы используем общий термин «плодовитость», так как не знаем точного возраста моллюсков, которые были отловлены. По нашим данным максимальные размеры раковины *A. stroemi* в Чивыркуйском заливе (бух. Змеиная) достигают 8,6 мм. За два-три дня до появления первых кладок моллюски были перемещены из холодильной камеры и содержались при температуре $25,7 \pm 0,16$ °C ($19,4$ – $27,6$ °C, $n = 34$). Данные о температуре воды в опытах получены с помощью терморегистраторов DS1922L (Dallas Semiconductors) с заданным интервалом измерения 1 час и точностью $0,0625$ °C. Наблюдение за развитием эмбрионов проводилось на примере двух кладок (по 6 и 10 эмбрионов) с использованием стереомикроскопов MC-3-ZOOM и МБС-10. Кладки ежедневно фотографировали при помощи цифровой фотокамеры Canon Powershot 5 IS и цифровой насадки DCM-310. Получены данные о размерах (площадь рассчитана по цифровым фотографиям) синкапсул, яйцевых капсул и эмбрионов для изучения темпов эмбрионального развития. Измерения выполнены в программе Image-Pro Plus (ver. 4.5.0.29).

Статистическая обработка выполнена с помощью программ MS Excel 2003 и Statistica 6,0. В тексте после средних значений приводятся величины стандартной ошибки. Средние значения размеров (площади) эмбрионов, исполь-

зованные для расчёта формулы темпов развития, и площади яйцевых капсул достоверны на уровне $p < 0,01$. Для анализа связи размеров кладок и количества яйцевых капсул ($n = 19$) использованы непараметрический коэффициент ранговой корреляции Спирмена R и однофакторный дисперсионный анализ (one-way ANOVA).

Результаты и обсуждение

Длительность размножения и продуцирования синкапсул *A. stroemi* в экспериментальных условиях при средней температуре воды в опыте $24,3$ °C не превышает 14 суток. В течение этого периода от 18 особей родительского поколения было получено 145 синкапсул, отложенных на стенки экспериментального сосуда (в естественных условиях синкапсулы откладываются на листья и стебли водных растений). Синкапсулы прозрачные, округлые, с выпуклой верхней поверхностью с неровной кромкой (рис. 2). Размеры (площадь) синкапсул варьировали от 2,8 до 4,9 мм² (в среднем $3,5 \pm 0,15$ мм², $n = 19$), яиц – от 0,176 до 0,279 мм² (в среднем $0,22 \pm 0,004$ мм², $n = 48$). Количество яиц в синкапсулах варьировало от 3 до 14 (в среднем $8 \pm 0,3$ шт., $n = 32$). Корреляция количества яиц и размеров кладок была невысокой ($R = 0,49$, $p = 0,03$), связь между параметрами недостоверна (one-way ANOVA, $p = 0,15$) наиболее вероятно в связи с малым объёмом выборки. Плодовитость составила 8 синкапсул и 60 яиц на одного моллюска.

Сумма температур, необходимая для развития эмбрионов до их выхода из яйца, составляет в среднем $169,5 \pm 6,54$ градусо-дней (гд.) ($157,8$ – $180,4$; $n = 3$). Размеры молодых особей после выхода из яйца составляют $0,16 \pm 0,004$ мм². В целом развитие эмбрионов происходит синхронно, уровень надёжности средних значений размеров в пределах кладок не превышает 0,012. К аномалиям мы относим единственный случай остановки развития эмбриона на начальных этапах эмбриогенеза.

Зависимость модели роста размеров эмбриона *A. stroemi* от суммы температур экспоненциальная:

$$S = 0,009e^{0,0197x} (R^2 = 0,97)$$

где S – размеры (площадь) эмбриона; e – основание натурального логарифма; x – сумма температур в градусо-днях; R – коэффициент корреляции.

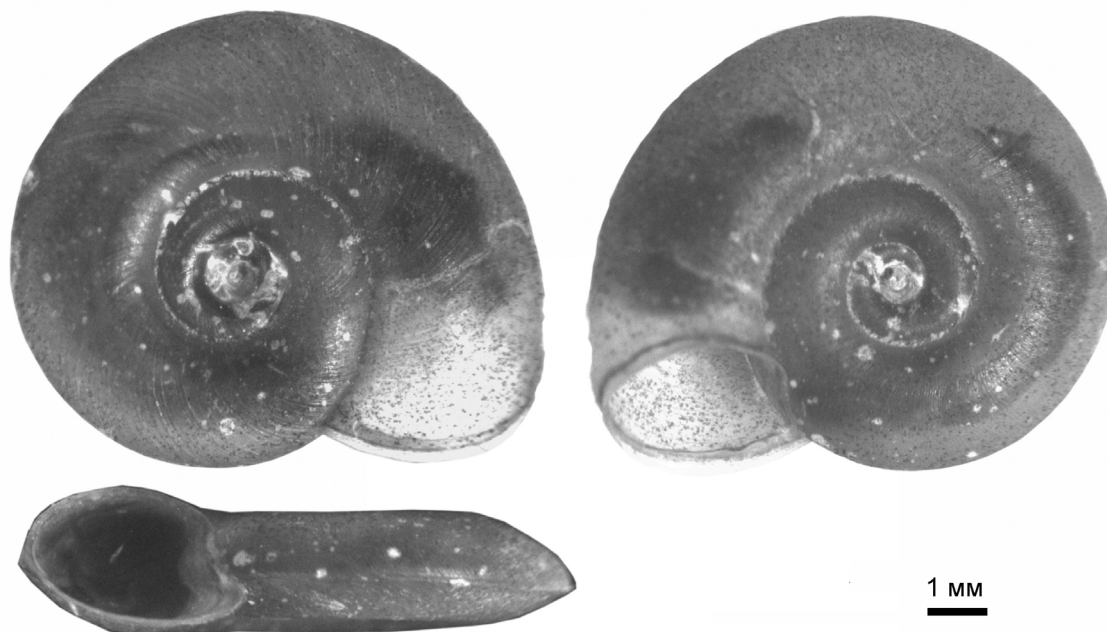


Рис. 1. *Anisus stroemi*, бух. Монахово в Чивыркуйском заливе оз. Байкал

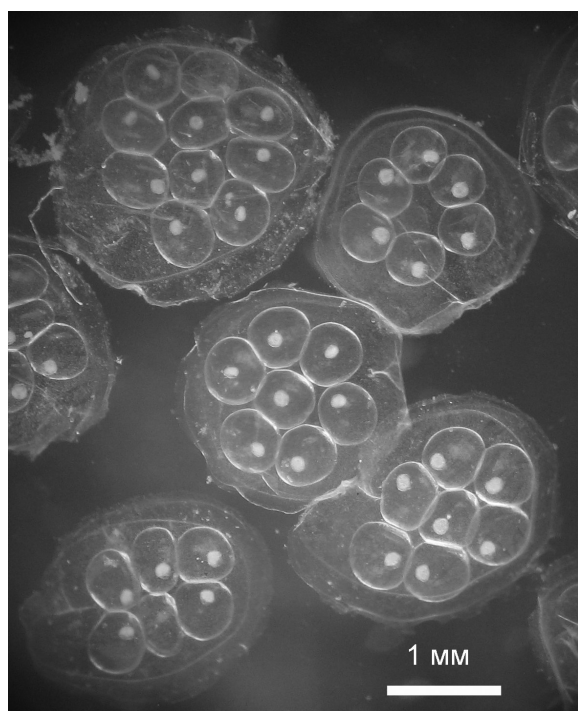


Рис. 2. Синкапсулы *Anisus stroemi*

Данные наших экспериментальных исследований близки к результатам, полученным Г. В. Березкиной и Я. И. Старобогатовым [2] для *A. acronicus* (Férussac, 1807) и *Acroloxus lacustris* (Linnaeus, 1758), которым для развития требуется от 7 до 10 суток в интервале температур +18...+24 °С, и всех видов сем. Lymnaeidae – 11–14 суток при тех же температурах. Нижний предел индивидуальной плодовитости *A. acronicus* (60–90 шт.) [2], также бли-

зок к полученным нами данным для *A. stroemi*. Таким образом, плодовитость и темпы эмбрионального развития населяющего Чивыркуйский залив оз. Байкал палеарктического вида *A. stroemi* близки к другим распространённым в Палеарктике видам.

Характер размножения *A. stroemi* в летний период и сжатые сроки эмбриогенеза существенно отличают этот вид от населяющих Байкал эндемичных видов брюхоногих моллюсков,

способных к развитию при низких температурах. Размножение байкальских эндемичных видов происходит круглогодично с пиками, которые приходятся на весну и осень, а эмбриональное развитие длится несколько месяцев [19; 23]. Известно, что температурный фактор, наряду с другими, является основной причиной несмешиваемости общесибирских видов моллюсков в прибрежно-соровой зоне Байкала, куда, в свою очередь, не проникают байкальские эндемики [8]. Очевидно, что благоприятное сочетание условий для обитания общесибирских видов складывается в Байкале именно в прибрежно-соровой зоне, где моллюски успевают пройти основные стадии жизненного цикла до наступления неблагоприятных условий. Выплод молодежи *A. stroemi* в естественных условиях совпадает с периодом массовой вегетации макрофитов, в частности *E. canadensis*, на перезимовавших и привнесённых побегах которой *A. stroemi* оставляет свои кладки, а также микрообрастаний, которыми питаются молодые особи планорбид.

Таким образом, характеристики плодовитости и темпов эмбрионального развития *A. stroemi* могут являться важными предпосылками «успеха» палеарктического *A. stroemi* в сообществах фитофильных беспозвоночных прибрежно-соровой зоны Байкала.

Работа выполнена при частичной поддержке Программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (Проект Р 30.10) и Проекта СО РАН VI.43.1.3. «Паразитарные системы и сообщества гидробионтов в пресноводных экосистемах: структура и механизмы адаптации к изменениям среды обитания и экспансии чужеродных видов».

Литература

1. Базарова Б. Б. Пространственное распределение *Elodea canadensis* Michx. (Nygrocharitae) в Чивыркуйском заливе озера Байкал / Б. Б. Базарова, Н. М. Пронин // Биология внутренних вод. – 2007. – № 2. – С. 49–54.
2. Березкина Г. В. Экология размножения и кладки яиц пресноводных легочных моллюсков / Г. В. Березкина, Я. И. Старобогатов // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1988. – Т. 174. – С. 1–306.
3. Брюхоногие моллюски (Gastropoda) / Т. Я. Ситникова [и др.] // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 1. Озеро Байкал, кн. 2. – Новосибирск: Наука, 2004. – С. 937–1003.
4. Брюхоногие моллюски зарослей элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.) Чивыркуйского залива озера Байкал / Д. В. Матафонов [и др.] // Озёрные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: III Междунар. науч. конф. (Нарочь, 17–22 сентября 2007 г.). – Минск: Изд-во БГУ, 2007. – С. 234–235.
5. Генетическая дифференциация эндемичного байкальского вида *Baicalia carinata* (Mollusca: Caenogastropoda) / Т. Е. Перетолчина [и др.] // Генетика. – № 43 (12). – 2007. – С. 1–9.
6. Жалцанова Д.-С. Д. О промежуточном хозяине трематоды *Quinqueserialis quinqueserialis* (Trematoda, Novocotyliidae) в СССР и морфология ее партенит и личинок / Д.-С. Д. Жалцанова, Ю. В. Белякова // Паразитология. – 1986. – Т. 20, вып. 4. – С. 61–63
7. Жалцанова Д.-С. Д. Общая характеристика жизненного цикла трематоды и динамика зараженности промежуточного хозяина *Anisus stroemi* / Д.-С. Д. Жалцанова, Н. М. Пронин // Динамика зараженности животных гельминтами. – Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1991. – С. 139–144
8. Кожов М. М. Моллюски озера Байкал / М. М. Кожов // Тр. Байк. лимн. ст. АН СССР. – Вып. 8. – Иркутск, 1936. – 352 с.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под общ. ред. С. Я. Цалолихина. – СПб.: Наука, 2004. – Т. 6: Моллюски, Полихеты, Немертины. – 528 с.
10. Пространственное распределение бентосных сообществ беспозвоночных животных в южной котловине озера Байкал / Л. С. Кравцова [и др.] // Зоология беспозвоночных. – 2006. – Т. 3, № 1. – С. 65–76.
11. Распределение брюхоногих моллюсков в каменистой литорали озера Байкал / Т. Я. Ситникова [и др.] // Гидробиол. журн. – 2010. – Т. 46, № 1. – С. 3–19.
12. Распределение моллюсков семейства *Aeroloxidae* (Gastropoda, Pulmonata) в озере Байкал / А. А. Широкая [и др.] // Зоол. журнал. – 2008. – Т. 87, № 5. – С. 532–546.
13. Рост байкальской эндемичной улитки *Maackia herderiana* (Lindholm, 1909) (Caenogastropoda: Baicaliidae) / Н. В. Максимова [и др.] // Зоология беспозвоночных. – 2007. – Т. 4 (1). – С. 45–63.
14. Эволюционные взаимоотношения между близкородственными видами эндемичных гастропод рода *Baicalia* (Mollusca, Caenogastropoda) / Т. Е. Перетолчина [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2008. – Т. 1, № 1 (2). – С. 67–70.
15. Ecology, shell morphology, anatomy and sperm ultrastructure of the Caenogastropod *Pyrgula annulata*, with a discussion of the relationship between the ‘Pyrgulidae’ and Caspian and Baikalian rissooideans / F. Riedel [et al.] // Limnologia. – 2001. – № 31. – P. 289–302.
16. Gloer P. Taxonomical notes on Euro-Siberian freshwater mollusks: 2. Redescription of *Planorbis (Gyraulus) stroemi* Westerlund, 1881 (Mollusca: Gastropoda: Planorbidae) / P. Gloer, M. Vinarski // J. of Conchology. – 2009. – Vol. 39, N 6. – P. 717–725.

17. Maximova N. V. Size, age and sex ratio in *Maackia herderiana* (Gerstfeldt, 1859) (Gastropoda: Caenogastropoda: Baicaliidae) from South Baikal Lake / N. V. Maximova, T. Ya. Sitnikova // Ruthenica. – 2006. – Vol. 16 (1–2). – P. 97–104.

18. On the taxonomic state of *Bithynia troschelii* var. *sibirica* Westerlund, 1886, a Siberian endemic bithyniid snail (Gastropoda: Bithyniidae) / E. A. Lazutkina [et al.] // Mollusca. – Vol. 27, N 2. – 2009. – P. 113–122.

19. Röpstorf P. On the reproduction and growth of some endemic gastropods of Lake Baikal / P. Röpstorf, T. Sitnikova // Hydrobiologia. – 2006. – Vol. 586. – P. 115–127.

20. Shirokaya A. A. A new species of *Gerstfeldtancyclus* Starobogatov, 1989 (Pulmonata: Basommatophora: Acroloxidae) from Lake Baikal / A. A. Shirokaya // Zootaxa. – 2007. – N 1466. – P. 55–67.

21. Shirokaya A. A. Morphology of syncapsules and the duration of embryogeny of Baikal endemic limpets (Gastropoda, Pulmonata, Acroloxidae) / A. A. Shirokaya, P. Röpstorf // Berliner Palaeobiologische Abhandlungen. – 2003. – Bd. 4. – P. 183–192.

22. Shirokaya A. A. Post-Embryonal growth and feeding of Baikal endemic limpets (Gastropoda, Pulmonata, Acroloxidae) / A. A. Shirokaya // Environmental Change in Central Asia: Climate, Geodynamics, Evolution and Human Impact: Abstracts of the Intern. Symposium (Berlin, 10–15 March 2003). – Berliner Paläobiol. Abh. – 2003. – Bd. 2. – P. 104–105.

23. Reproduction, duration of embryogenesis, egg capsules and protoconchs of gastropods of the family *Baicaliidae* (Caenogastropoda) endemic to Lake Baikal / T. Sitnikova [et al.] // Malacologia. – Vol. 43 (1–2). – 2001. – P. 59–85.

Fecundity and embryonic development of *Anisus (Gyraulus) stroemi* (Westerlund, 1881) (Gastropoda: Planorbidae)

I. I. Shishmaryova, D. V. Matafonov

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude

Abstract. Data on fecundity and embryos growth rate of Palearctic species *Anisus (Gyraulus) stroemi* (Westerlund, 1881) are presented for the first time. The peculiarities of these traits are considered from the point of view their significance for *A. stroemi* in expansion the shallow water zone of Lake Baikal.

Key words. *Anisus (Gyraulus) stroemi*, fecundity, embryos growth rate, shallow water zone, *Elodea canadensis*, Lake Baikal.

Шишмарева Ирина Ивановна
Институт общей и экспериментальной
биологии СО РАН
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
аспирант
тел. (3012) 43–42–29
E-mail: ira.shishmaryova@gmail.com

Shishmaryova Irina Ivanovna
Institute of General and Experimental
Biology SB RAS
6 Sakhyanova St., Ulan-Ude, 670047
doctoral student
phone: (3012) 43–42–29
E-mail: ira.shishmaryova@gmail.com

Матафонов Дмитрий Викторович
Институт общей и экспериментальной
биологии СО РАН
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
кандидат биологических наук,
научный сотрудник
тел. (3012) 43–42–29
E-mail: dimataf@yandex.ru

Matafonov Dmitri Viktorovich
Institute of General and Experimental
Biology SB RAS
6 Sakhyanova St., Ulan-Ude, 670047
Ph. D. of Biology, research scientist
phone: (3012) 43–42–29
E-mail: dimataf@yandex.ru