

Пять видов коловраток семейства Flosculariidae (Rotifera), их личинки и метаморфоз

Л.А. Кутикова

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, 199034, Россия. e-mail: ludkut@mail.ru

РЕЗЮМЕ: Дополнено и уточнено описание морфологии пяти видов коловраток семейства Flosculariidae: *Floscularia janus* (Hudson, 1881), *Ptygura pilula* (Cubitt, 1872), *Beuchampia crucigera* (Dutrochet, 1812), *Limnias melicerta* Weisse, 1848, *Lacinularia ismailoviensis* (Poggenpol, 1872). Представлены сведения о метаморфозе нескольких видов из различных родов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коловратки, Flosculariidae, сессильные и колониальные коловратки, личиночный метаморфоз.

Five species of rotifers of the family Flosculariidae (Rotifera), their larvae and metamorphosis

L.A. Kutikova

Zoological Institute RAS, Saint-Petersburg, 199034, Russia. e-mail: ludkut@mail.ru

SUMMARY: The descriptions of morphological structures of five species of rotifers of the family Flosculariidae (*Floscularia janus* (Hudson, 1881), *Ptygura pilula* (Cubitt, 1872), *Beuchampia crucigera* (Dutrochet, 1812), *Limnias melicerta* Weisse, 1848, *Lacinularia ismailoviensis* (Poggenpol, 1872) are expanded and updated. The larval metamorphosis of species from several genera is described.

KEYWORDS: Rotifera, Flosculariidae, sessile and colonial rotifers, larval metamorphosis.

Введение

Семейство Flosculariidae включает 7 родов и около 60 видов коловраток. Взрослые самки живут в построенных ими обычно трубковидных домиках, прикрепленных к субстрату, реже объединяются в свободноплавающие колонии. Для представителей этого семейства характерна широкая, как правило, колоколовидная корона, часто с лопастями, наклоненная на спинную сторону. Корона имеет два ряда мерцательных ресничек, разделенных бороздкой или желобком.

Мастакс маллеораматного типа. По биологии, экологии и строению сессильных коловраток существует заметное число публикаций (Edmondson 1940, 1944, 1945; Богословский, 1949; Wright, 1950, 1954, 1959; Koste, 1969, 1970, 1972, 1987; Vasisht, Dwar, 1970; Tiefenbacher, 1972; Wallace, 1975, 1980, 1993; Champ, 1976; Wallace, Starkweather, 1983; Wallace, Edmondson, 1986; Kutikova, 1995). Несмотря на это, морфология многих видов остается на уровне первоначальных не совсем полных описаний. Именно к таким видам относятся *Floscularia janus*

(Hudson, 1881), *Ptygura pilula* (Cubitt, 1872), *Beauchampia crucigera* (Dutrochet, 1812), *Limnias melicerta* Weisse, 1848, *Lacinularia ismailoviensis* (Poggenpol, 1872), детали строения которых требуют уточнения. Постэмбриональное развитие этих видов осложнено метаморфозом, и их свободноплавающие личинки по строению слабо напоминают взрослых особей. Личинки разных видов и даже разных родов сходны между собой, хотя процессы личиночного метаморфоза могут протекать по-разному.

Материал и методы

Исследования проводили в лаборатории Института биологии внутренних вод РАН в июне–августе 1987 г. в пос. Борок Ярославской области, в окрестностях которого имеется много водоемов разных типов. Пробы собирали планктонной сетью с мелкоячеистым газом среди прибрежной растительности и просматривали в чашке Петри под бинокулярном. Найденных коловраток помещали индивидуально на предметное стекло в капле воды, которую прикрывали покровным стеклом на «ножках» из пластилина или воска. Все наблюдения и зарисовки проводили *in vivo* под оптическим микроскопом. Метаморфоз сессильных коловраток изучали в лаборатории Биологической станции Зоологического института РАН на Куршской косе в Калининградской области летом 1992 г. (Kutikova, 1995).

Описание

Floscularia janus (Hudson, 1881)

Рис. 1А–Г.

Одиночные, сидящие в домиках, прикрепленных к субстрату. Домик коричневатый удлиненно-конический, слабо суженный у основания, составлен из фекальных комков, сложенных рыхло почти поперек длины домика. Высота домика 780–900, толщина у основания 90–150, на верхнем крае 195–255 мкм. Общая длина тела 780–1200 мкм, при длине 780: длина туловища 225, ноги 420, ширина туловища 90 мкм. Короткая голова имеет широкую четырехлопастную

корону с 2 брюшными и 2 несколько меньшими спинными лопастями. На лопастях два ряда коротких ресничек (реснички краевого ряда немного длиннее), которые прерываются на спинной и значительно шире на брюшной стороне. Корона в расправленном виде (240–300 мкм) почти в 3 раза шире туловища. Под короной ниже ротовой воронки выступает угловатая нижняя губа (длина 30 мкм) с ямкой, где создаются фекальные комки (размером 83–98×45–56 мкм) для постройки домика. Ямка выстлана ресничками. Туловище удлиненно-веретеновидное. На его брюшной стороне ниже ямки находятся недлинные парные боковые чувствительные щупальца. Они имеют конусовидное основание с короткой трубкой, из которой выступает пучок ресничек (длина основания 23, ресничек 30 мкм). Трубовидное спинное чувствительное щупальце с пучком ресничек, короткое, заметно лишь при втянутой короне. Ганглий большой прямоугольный на спинной стороне. Пищеварительная система открыта ртом, с боков обрамленным выступами с ресничками, и длинной буккальной трубкой с ресничками. К ним примыкают большие слюнные железы. Мастакс лишь немного больше как слюнных, так и желудочных желез. Челюсти мастакса немного асимметричные: в левом унксе 5 крупных зубов, отходящих от медиальной камеры и 8 планочных; в правом — 3 крупных, 4 более тонких и несколько мелких планочных. Длина рамусов 30, фулькрума 11, унксных зубов 15–18,5 мкм. Удлиненный желудок и почти округлый или овальный кишечник имеют толстые стенки. Желточник содержит 5–7 ядер. Нога кольчатая, червеобразная, в 1,5–2 раза длиннее туловища, оканчивается прикрепительной пластинкой на тонком стебельке. Ножные железы, в начале колбовидные, протягиваются по всей длине ноги.

Амиктические яйца удлиненно-овальные (105–157×47–65 мкм).

В Борке *F. janus* найден в середине июля в Барском пруду на листьях ряски, также встречался у ее корней. В России встречен в Новгородской, Тверской, Пермской, Московской областях. Известен из Норвегии, Швеции, Финляндии, Ирландии, Англии, Германии, Польши, Австрии, Швейцарии, быв. Чехословакии, Румынии, Японии, США.

Ptygura pilula (Cubitt, 1872)

Рис. 2А–Д.

Одиночные, сидячие, в неправильно-коническом красновато-коричневом домике (высота 825, ширина 435 мкм), сложенном довольно рыхло из яйцевидных фекальных комков величиной 48–60×56–64 мкм и нитей водорослей. Общая

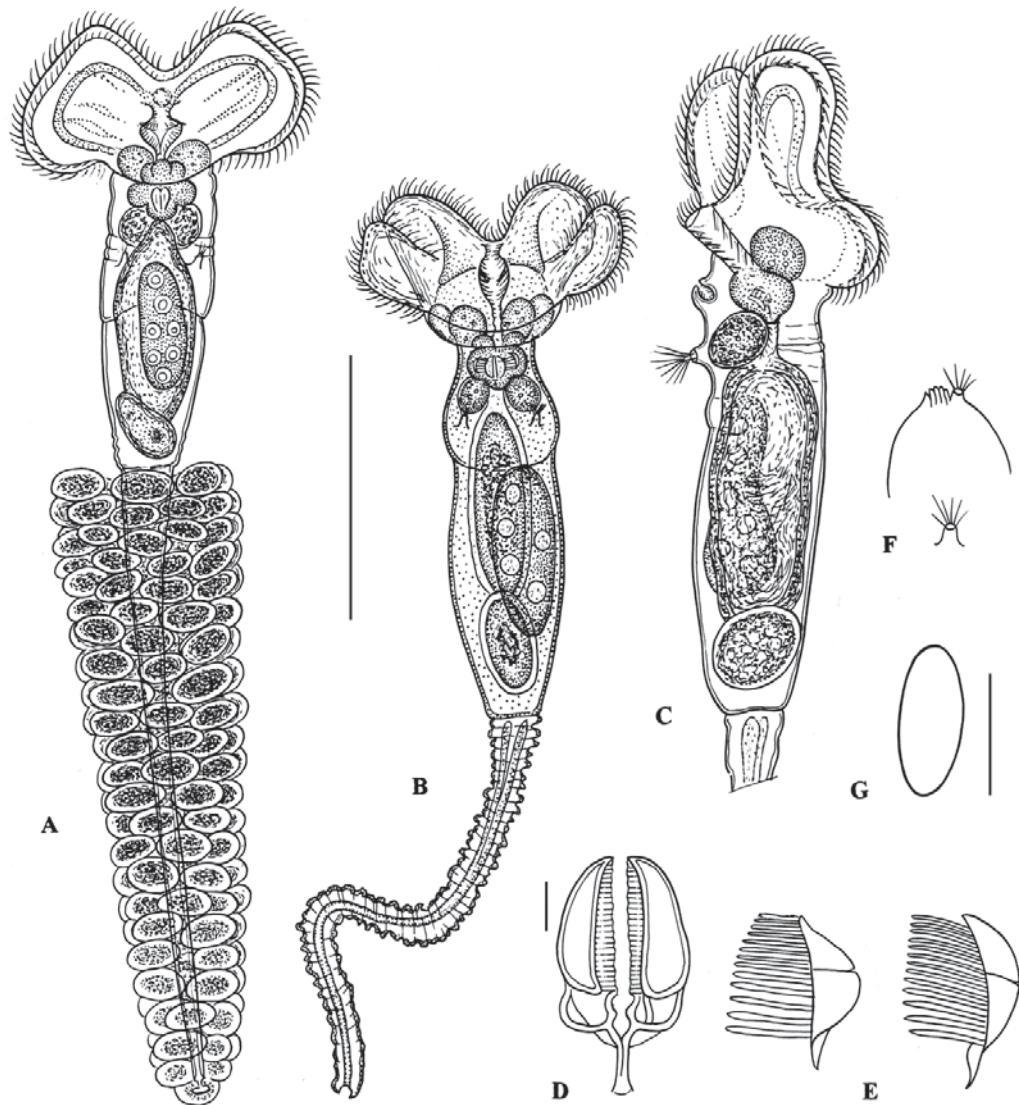


Рис. 1. *Floscularia janus* (Hudson, 1881).

A — коловратка в домике, с брюшной стороны; B — коловратка без домика, с брюшной стороны; C — голова и туловище, сбоку; D — рамусы и фулькрум; E — манубрии и ункусы; F — втянутая корона и спинное шупальце; G — амиктическое яйцо. Масштаб (мкм): 300 (A–C); 100 (G); 10 (D, E).

Fig. 1. *Floscularia janus* (Hudson, 1881).

A — in tube, ventral view; B — without tube, ventral view; C — head and trunk, lateral view; D — rami and fulcrum; E — manubrium and uncus; F — dorsal tentacle; G — amictic egg. Scale bar (μm): 300 (A–C), 100 (G); 10 (D, E).

длина 1100 мкм. На голове широкоовальная корона (ширина 150 мкм) с двумя рядами ресничек, прерывающихся выемкой на брюшной стороне. Реснички трохуса заметно длиннее ресничек цин-

гулума. Под короной по бокам выемки хорошо видны конусовидные выступы с пучками ресничек. За широкой ротовой воронкой с густым покровом ресничек следует мастакс, над кото-

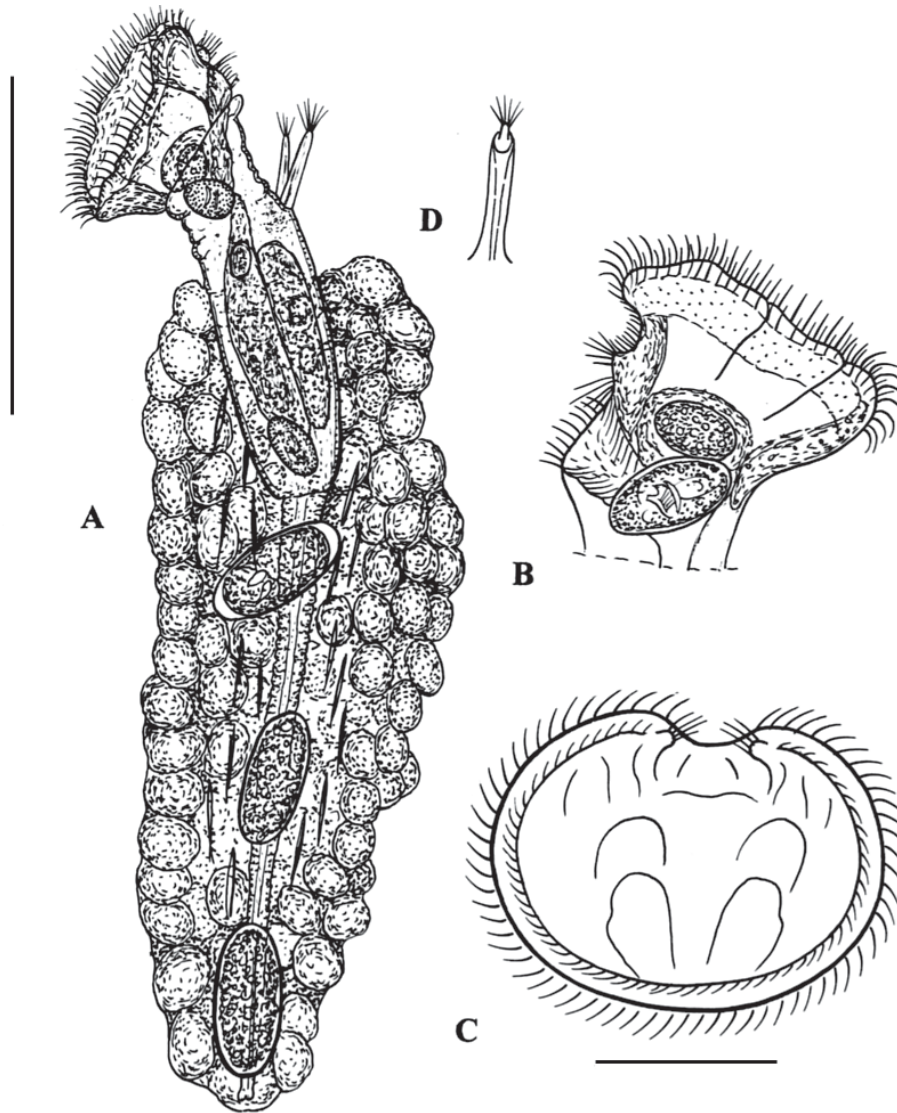


Рис. 2. *Ptygura pilula* (Cubitt, 1872).

A — коловратка в домике, сбоку; B — голова, сбоку; C — корона, сверху; D — боковое щупальце. Масштаб (мкм): 300 (A); 75 (B–D).

Fig. 2. *Ptygura pilula* (Cubitt, 1872).

A — in tube, lateral view; B — head, lateral view; C — corona, frontal view; D — lateral tentacle. Scale bar (μm): 300 (A); 75 (B–D).

рым лежат большие слюнные железы. Короткий пищевод переходит в длинный объемистый желудок с гомогенным темноватым содержимым, в его верхней части находятся небольшие желудочные железы. Кишечник небольшой, овальный. Ганглий большой под короной на спинной стороне. Глазных пятен у взрослых особей нет.

Боковые парные щупальца длинные (45 мкм), почти равны половине ширины туловища (97–112 мкм), отходят у границы шейного и туловищного отделов. Туловище удлинненно-веретеновидное, сужаясь, переходит в очень длинную кольчато-морщинистую ногу с длинными ножными железами.

Яйца удлинено-овальные, их размеры 120×60 мкм.

В Борке этот вид найден в небольшом пруду среди сфагнома в начале июня 1987 г. В России отмечен в водоемах Кольского полуострова, Новгородской, Московской, Смоленской областей. Известен из Норвегии, Швеции, Финляндии, Ирландии, Англии, Германии, Польши, быв. Чехословакии, Румынии, Австрии, США.

Beauchampia crucigera (Dutrochet, 1812)

Рис. 3А–Е.

Одиночные, сидячие, в домиках. Домик плотный коричневатый конусовидно-трубчатый (высота 495, толщина у основания 45, у верхнего края 75 мкм), иногда немного изогнутый, с мелкими детритными частицами и нитями водорослей. При общей длине тела 685 мкм длина туловища 190 мкм. По Доннеру (Donner, 1954), длина тела колеблется: 385–700 мкм, как и высота домика: 757–930 мкм. Тело удлинённое, довольно тонкое, часто выходящее из домика до середины ноги. Корона двулопастная с ясным спинным перерывом, шире туловища в 1,5 раза (ширина короны 75, туловища 45 мкм), имеет валикообразный край с довольно длинными ресничками. Спинное щупальце чрезвычайно длинное (длина 90 мкм), трубковидное, подвижное, оканчивается пучком ресничек. Оно отходит на уровне конца ганглия. У его основания 2 слабо заметных глазных пятна. Боковые щупальца очень короткие и плохо различимые, располагаются на брюшной стороне примерно около желудочных желез. Туловище удлинённое, веретеновидное, от головы отделено складками шейного отдела. Внутренние органы прозрачные. Ротовая воронка и буккальная трубка с густым ресничным покровом. Округлые слюнные и грушевидные желудочные железы немного меньше мастакса. Мастакс имеет симметричные челюсти с тремя хорошо выраженными камерами манубриев, удлинёнными почти треугольными рамусами и заостренным на конце фулькрумом. В ункусах по 5 крупных и 5 мелких зубов. Длина рамусов и фулькрума 25, ункусов 10 мкм. Пищевод короткий. За длинным удлинённо-веретеновидным желудком следует толстостенный кишечник, загибом переходящий в клоаку с анусом в небольшой спинной складке туловища. Желточник удлинённый с 4–5–8 ядрами. Нога очень длинная, тонкая, с парными тонкими лентовидными железами, с коротким стебельком и прикрепительной пластинкой на конце.

В Борке *B. crucigera* найден в конце июня 1987 г. в небольшом пруду среди ряски и роголистника. В фауне России встречен в Новгородской,

Московской и Астраханской областях. Отмечен в водоемах Финляндии, Англии, Германии, Польши, Франции, быв. Чехословакии, Румынии, Австрии, Швейцарии, Китая, Индии, Африки, Австралии, США.

Limnias melicerta Weisse, 1848

Рис. 4А–Е.

Одиночные, сидячие, в стекловидно-прозрачном коричневатом домике. Домик трубчатый (высота 638, ширина у основания 75, у верхнего края 98 мкм) с ясной кольцевой исчерченностью. Она отчетливо видна на 3/4 высоты домика, ниже становится более частой, а к концу почти совсем исчезает. Постройка кольчатой трубки домика этого вида подробно описана (Wright, 1954). Основание домика гладкое, прозрачное, редко с немногими приставшими мелкими частичками. Тело удлинённое коническое (длина 713 мкм). На короткой голове корона (ширина 248 мкм) в виде двух широко расставленных лопастей с двумя венчиками ресничек, прерывающихся на брюшной стороне. На спинной стороне в верхней части туловища видны семь кутикулярных пластинок, расположенных в три ряда: 2+3+2; по форме пластинки первых двух рядов напоминают подковы. На брюшной стороне под короной выступают два коротких округло-трубковидных образования с ресничками, которые отчетливо заметны при втянутой внутрь короне. Ниже их находятся парные боковые щупальца (длина 22,5 мкм) с пучками ресничек. За широкой ротовой воронкой с густыми ресничками следует мастакс с прилегающими к нему слюнными железами. Слабо асимметричные челюсти мастакса включают овальные рамусы, короткий пестиковидный фулькрум, манубрии с хорошо видимыми камерами и каждый ункус с 3 крупными и примерно 10 планочными мелкими зубами. Длина рамусов 22,5, фулькрума 7,5, манубриев 22,5, ункусов 15 мкм. За объемистым желудком с зернистым содержимым и большими желудочными железами следует толстостенный кишечник. Под желудочными железами заметны мерцательные клетки протонефридиев. Вблизи покровов по бокам туловища идут тонкие гиподермальные валики, вероятно, желез, участвующих в постройке домика. Рядом с желудком протягивается желточник. Нога длинная, кольчатая, с парными лентовидными ножными железами, оканчивается прикрепительной пластинкой.

Яйца удлинённо-овальные, 135–165×45–60 мкм.

В Борке этот вид встречен в конце июля на роголистнике в мелкой канаве. В России отмечен в водоемах Ленинградской, Новгородской, Тверской, Московской областей. Всесветен.

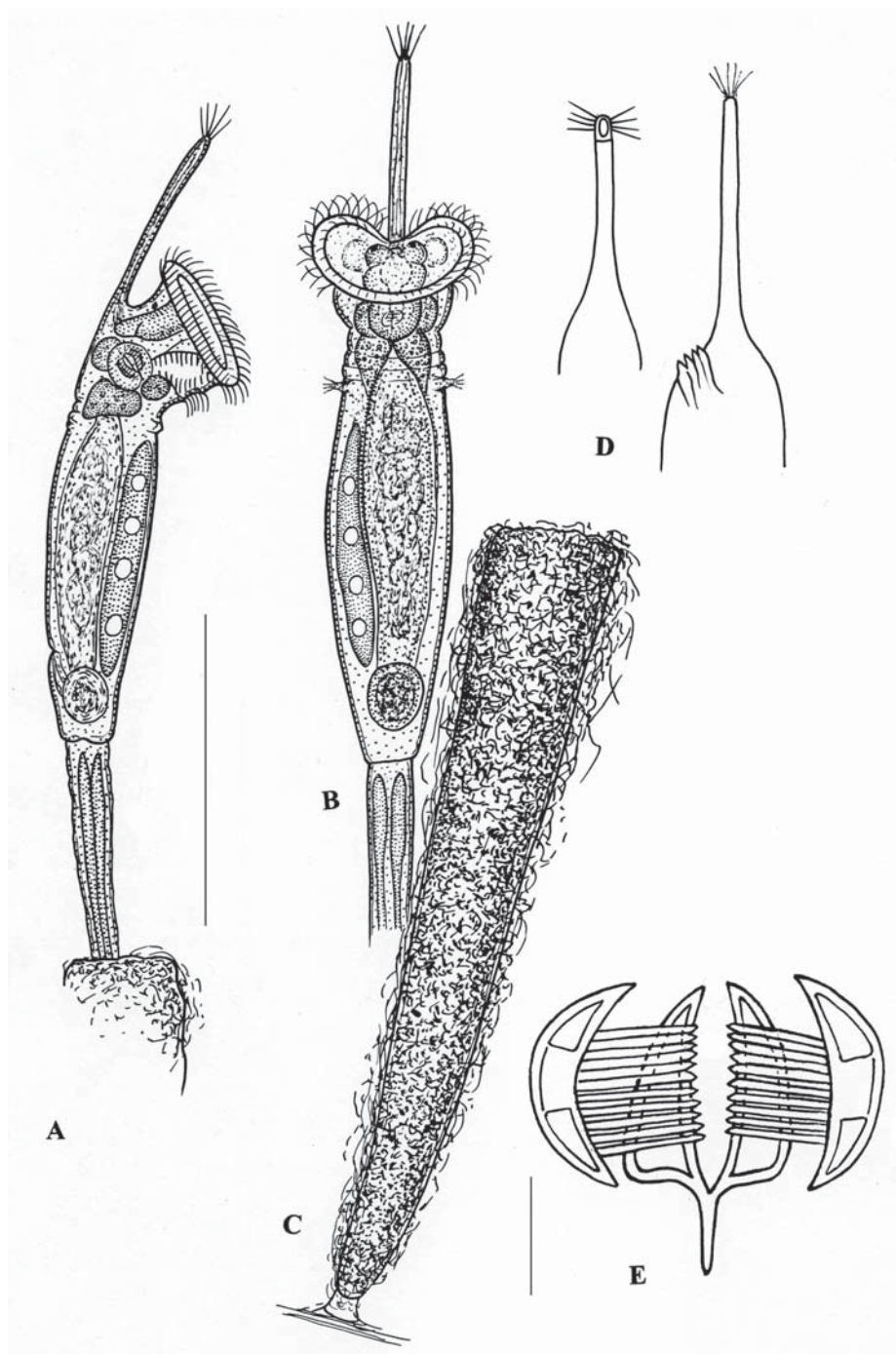


Рис. 3. *Beauchampia crucigera* (Dutrochet, 1812).

А — сбоку; В — с брюшной стороны; С — домик; D — боковое щупальце; E — трофи. Масштаб (мкм): 200 (А–D), 10 (E).

Fig. 3. *Beauchampia crucigera* (Dutrochet, 1812).

A — lateral view; B — ventral view; C — tube; D — lateral tentacle; E — trophi. Scale bar (μm): 200 (A–D); 10 (E).

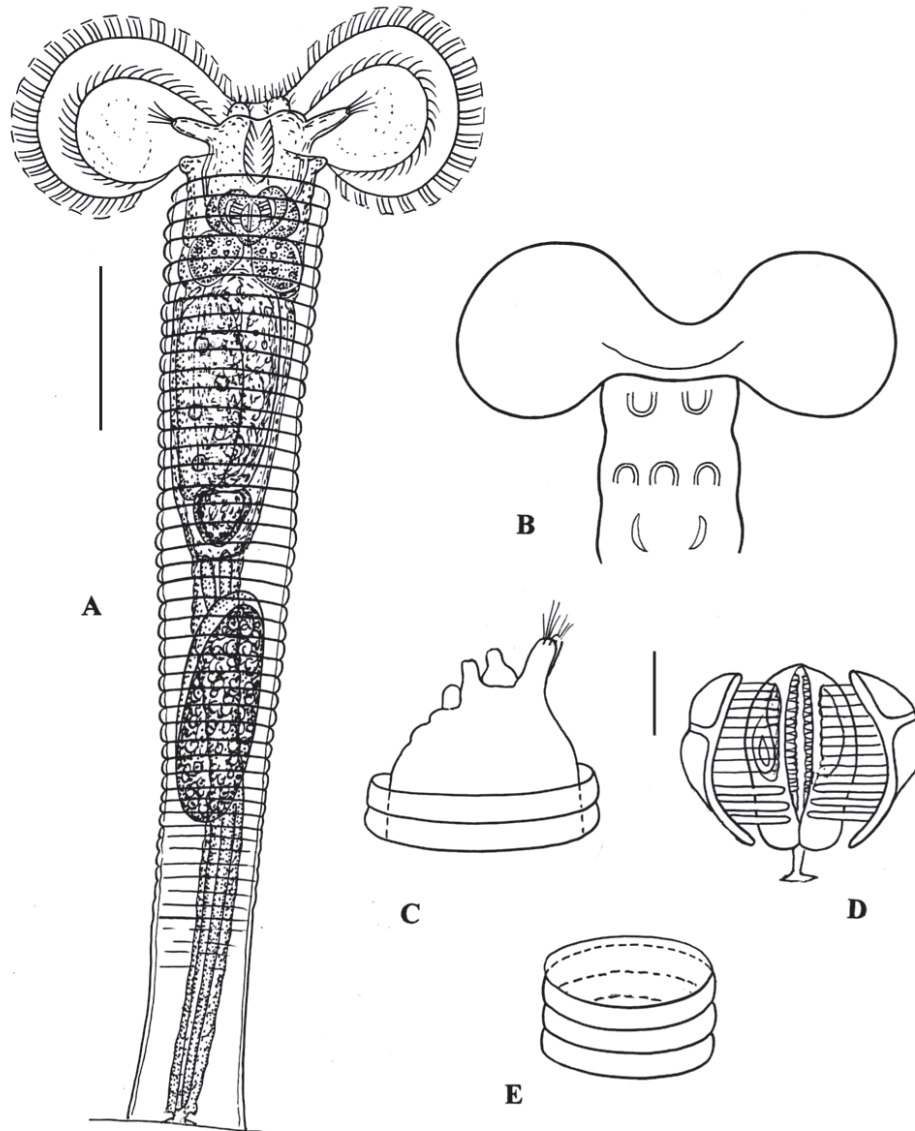


Рис. 4. *Limnias melicerta* Weisse, 1848).

A — в домике, с брюшной стороны; B — корона и выступы, со спинной стороны; C — втянутая корона, сбоку; D — трофи; E — кольца трубки домика. Масштаб (мкм): 100 (A–C, E); 5 (D).

Fig. 4. *Limnias melicerta* Weisse, 1848.

A — in tube, ventral view; B — corona and bulges; dorsal view; C — retracted corona, lateral view; D — trophi; E — rings of tube. Scale bar (μm): 100 (A–C, E); 5 (E).

Lacinularia ismailoviensis (Poggenpol, 1872)

Рис. 5A–E.

Колониальные свободноплавающие, реже прикрепленные к субстрату коловратки. Коло-

нии большие (до 2000 мкм в диаметре), содержащие до 100 и более особей. Овальной формы колония состоит из длинного слизистого тяжа и радиально отходящих от него слизистых тяжей с массой инородных частиц, между которыми погружены ножные стебельки особей. Колонии

биполярные: взрослые и молодые особи находятся на противоположных полюсах. Удлиненное тело каждой особи состоит из короткой головы с широкой короной, веретеновидно-конического туловища и очень длинной морщинистой ноги. При общей длине тела 900 мкм длина туловища 225–240, его толщина 60–90, ширина короны 135–165 мкм. Корона почти в 2 раза шире туловища, округлая, при сокращении двулопастная. Корона имеет два венчика ресничек со спинным перерывом; верхние реснички трохуса длиннее нижних ресничек цингулума. Вблизи края цингулума находятся 2 широко расставленных небольших красных глазных пятна со светопреломляющим тельцем. От них тонкие нити нервов идут к мозговому ганглию. Чувствительные боковые щупальца в виде заметных выростов с пучками ресничек смещены под корону на брюшную сторону. Короткое чувствительное спинное щупальце видимо лишь при втягивании короны. По бокам ротового отверстия находятся губы в виде округлых выступов с ресничками. За умеренно длинной буккальной трубкой с ресничками следует небольшой мастакс: длина рамусов 22,5, фулькрума 11, манубриев 30, ункусов 22,5 мкм. В ункусах по 5 крупных и 11 мелких зубов. Парные слюнные и желудочные железы довольно большие. Мускулистый желудок длинный, за петлевидным кишечником с толстыми стенками видна небольшая клоака, открывающаяся анусом, лежащим в спинной складке. Желточник с небольшим числом крупных ядер бледно-коричневого цвета. Длинная нога в виде стебелька, постепенно утончающегося к концу, более чем в 2 раза длиннее туловища. Положением и формой ножных желез нога подразделяется на 2 раздела (членика?). Мускульные ленты в верхней части первого членика расширяются и входят в нижнюю часть туловища. В нижней части этого членика находятся подковообразные железы. К этим железам примыкают колбовидные парные железы верхней части второго членика ноги, которые постепенно утончаются, как и мускульные волокна, к заостренному концу ноги, входящему в слизистую массу домика. По всей вероятности, такая концентрация желез в срединной части ноги, лежащей на краю слизистого домика колонии, способствует укреплению особи в домике.

Тело самцов сильно редуцировано: общая длина 150, ширина короны 45 мкм. Короткая голова слабо отделена от почти цилиндрического туловища. На краю головы находится округлый венчик ресничек короны, в центре которой хорошо заметен конусовидный выступ с пучком ресничек. По бокам его 2 крупных глазных пятна, под которыми виден ганглий и ниже, вероятно, рудименты пищеварительной системы. Туло-

вище прозрачное с большим мешковидным семенником, семяпроводом и трубковидным пенисом. Почти в срединной части длины туловища виден выступ с чувствительными ресничками и рудимент ноги в виде присоски, служащий для прикрепления к самке.

Покоящиеся яйца (150–187×90–127 мкм) овальные, в срединной части и только на одной стороне с 6–7 округлыми гребнями.

Подробное описание формирования колонии *L. ismailoviensis* дано А.С. Богословским (1949). Из покоящегося яйца выходит самка-основательница, давая начало колонии, имеющей два полюса. На одном полюсе находятся взрослые особи, на противоположном молодые, а между этими полюсами — особи промежуточных стадий развития и роста. Выходя из яйца, молодая коловратка пробирается через студень колонии на ее поверхность, пиявковидными движениями переползает к ее другому полюсу и, проникая и закрепляясь ножным стебельком в центре колонии, раскрывает свою корону. Молодые самки, не сумевшие прикрепиться к колонии, погибают. У самок, оторвавшихся от колонии, сильно вздувается ножной стебелек (Поггенполь, 1872; Резвой, 1916). Гармоничность движения колонии может нарушиться из-за большого числа умирающих старых самок, препятствующих постепенному ее обновлению. Колонии этого вида малоподвижны и часто прикрепляются к субстрату.

Обитает *L. ismailoviensis* в различных пересыхающих водоемах, прудах, болотах. В Борке найден в середине июня в пересыхающей канаве. В России отмечен в Тверской, Московской, Пермской, Челябинской областях. Известен из Англии и Австралии.

Обсуждение

Коловратки семейства *Flosculariidae* в своем индивидуальном развитии имеют личиночный, или ларвальный, метаморфоз. У сессильных видов родов *Floscularia*, *Limnias*, *Ptygura* откладка и развитие яиц происходит в материнском домике, у *Lacinularia* — в колонии.

Вылупившаяся в материнском домике из яйца личинка в поисках субстрата плавает в течение нескольких минут. Они имеют сходное строение, и их размеры (180–250 мкм) более или менее зависят от размера самки. Тело личинки удлинено-червеобразное,

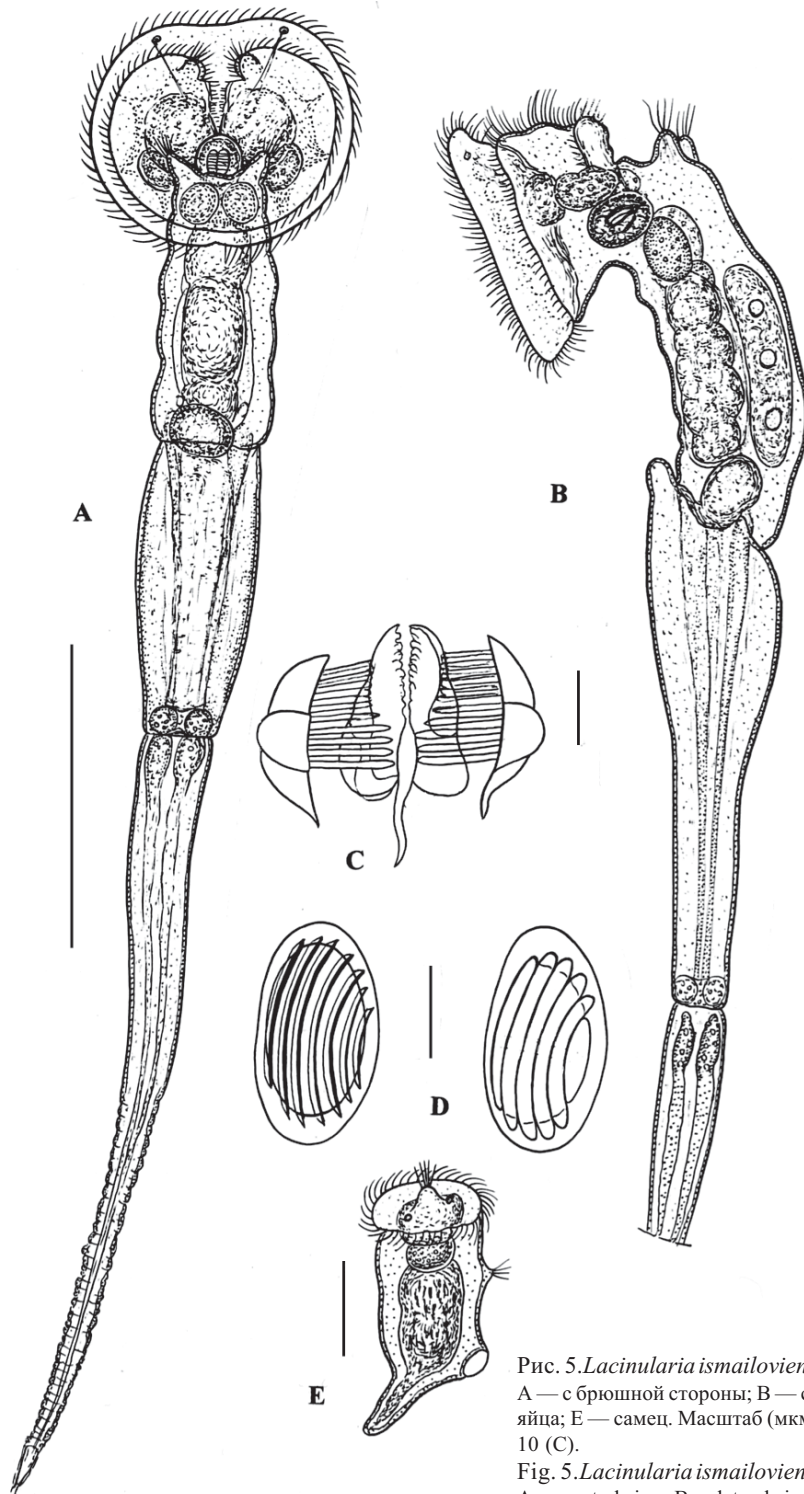


Рис. 5. *Lacinularia ismailoviensis* (Poggenpol, 1872).
 А — с брюшной стороны; В — сбоку; С — трофи; D — яйца; E — самец. Масштаб (мкм): 200 (А, В); 50 (D, E); 10 (С).

Fig. 5. *Lacinularia ismailoviensis* (Poggenpol, 1872).
 A — ventral view; B — lateral view; C — trophi; D — eggs; E — male. Scale bar (μm): 200 (A, B); 50 (D, E); 10 (C).

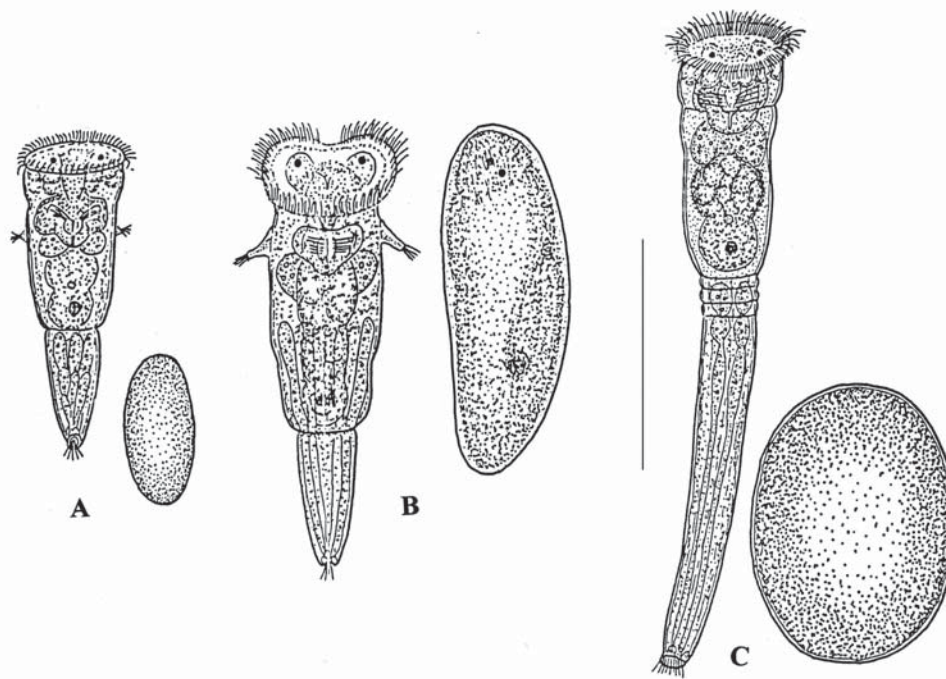


Рис. 6. Только что вылупившиеся личинки и амиктические яйца.

A — *Ptygura crystallina* (Ehrenberg, 1834); B — *Floscularia decora* Edmondson, 1940; C — *Lacinularia flosculosa* (Muller, 1773). Масштаб: 100 мкм.

Fig. 6. Newly-hatched larvae and amictic eggs.

A — *Ptygura crystallina* (Ehrenberg, 1834); B — *Floscularia decora* Edmondson, 1940; C — *Lacinularia flosculosa* (Muller, 1773). Scale bar: 100 μ m.

ясно подразделено на голову, туловище и ногу (рис. 6A–C). На голове находится округлая корона с венчиком коротких ресничек и 2 широко расставленных красных глазных пятна, пропадающих у взрослых коловраток. Туловище и нога снабжены хорошо развитыми продолговатыми гиподермальными железами, выделения которых участвуют в постройке домика. У личинки ясно видны ганглий и пищеварительная система: мастакс с трофи, желудок с железами и кишечник, а также темноватое овальное образование. Последнее рассматривается как анизотропная кристаллическая структура (ACS), играющая роль энергетического запаса для плавания и метаморфоза личинки, пока она не начнет питаться (Wallace, 1980). Найдя подходящий субстрат, личинка вначале скользит по нему с помощью короны и

желез ноги, а затем прикрепляется ногой в избранном месте (Кутикова, 1995). Приняв вертикальное положение, личинка вскоре сокращается и принимает почти шаровидную форму (рис. 7). После короткого периода покоя она слегка приподнимается и начинает раскачивать свое тело. Вероятно, эти действия служат для выделения из желез материала, необходимого для постройки слизистой прозрачной трубки домика, который начинает быстро подниматься и становится подобным стакану («tumbler»). Весь процесс постройки тамблера происходит очень быстро, за 3–5 секунд. Личинка *Floscularia decora* Edmondson 1940 способна за 3 минуты построить слизистый тамблер с 10 псевдофекальными комками у его основания. Формирование лопастей короны коловратки идет постепенно, даже при не-

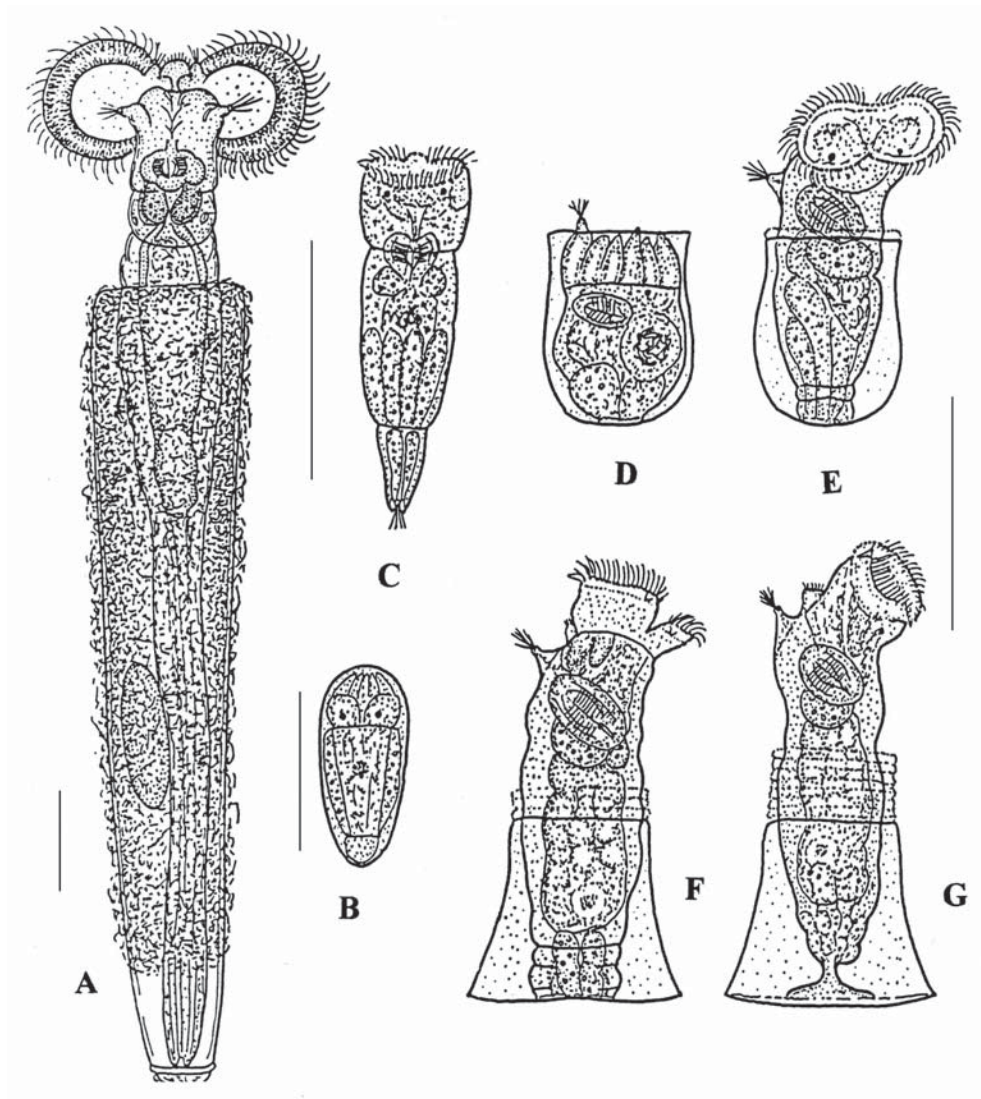


Рис. 7. Метаморфоз *Limnias ceratophylli* Schrank, 1809.

A — взрослая самка в домике; B — амиктическое яйцо; C — только что вылупившаяся из яйца личинка; D — личинка в тамблере; E — личинка 40-минутного возраста; F — личинка 4-часового возраста; G — личинка 7-часового возраста. Масштаб: 100 мкм.

Fig. 7. Metamorphosis of *Limnias ceratophylli* Schrank, 1803.

A — adult female in a tube; B — amictic egg; C — newly-hatched larva; D — larva in tumbler; E — larva of 40 minutes age; F — larva of 4 hours age; G — larva of 7 hours age. Scale bar: 100 μ m.

полностью законченном ее развитии личинка способна строить домик. Детальное описание строительства трубки домика сделано для *F. ringens* (Linn.) (Wright, 1950). Личинки *Ptygura crystallina* (Ehrb.) не скрываются в домике и с помощью еще ларвальной коро-

ны начинают строить трубку домика. Личинки *Limnias ceratophylli* Schr. могут долго оставаться в тамблере без движения (0,67–5,5 ч), затем показываются из домика, начинают питаться и расти, увеличивая трубку домика.

Личинки колониальных видов рода *Lacimularia* имеют более длинную ногу с венчиком ресничек на конце и ножные железы иной формы. Ларвальный метаморфоз у этих коловраток протекает иначе. Их личинки, группируясь, покидают материнскую колонию (*L. flosculosa* (Mull.)) или активно переползают в ее другую часть (*L. ismailoviensis* Pogg.), как показал Богословский (1949). Таким образом, личиночный метаморфоз у разных видов заметно различается.

Благодарности

Приношу глубокую благодарность Г.И. Маркевичу за предоставленную возможность работать в лаборатории ИБВВ РАН. Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России».

Литература

- Богословский А.С. 1949. Наблюдения над образованием колоний у коловраток // Зоологический журнал. Т.28. No.2. С.137–144.
- Погенполь М. Ю. 1872. О новой форме колониальной коловратки *Strophosphaera ismailoviensis* // Известия Императорского Петроградского Общества Естествоиспытателей. Т.4. С.161–203.
- Резвой П.Д. 1916. Материалы по фауне коловраток Тверской губернии // Труды Бородинской Биологической Станции Императорского Петроградского Общества Естествоиспытателей. Т.4. С.161–203.
- Champ P. 1976. Etude des populations du rotifere *Lacimularia flosculosa* dans la Loire // Annales d'Hydrobiologie. Vol.7. P.63–66.
- Donner J. 1954. Zur Rotatorienfauna Südmährens // Österreich zoologische Zeitschrift. Bd.5. H.1/2. S.30–117.
- Edmondson W.T. 1940. The sessile Rotatoria of Wisconsin // Transactions of the American Microscopical Society. Vol.59. No.4. P.433–459.
- Edmondson W.T. 1944. Ecological studies of sessile Rotatoria. Part I. Factors affecting distribution // Ecological Monographs. Vol.14. P.32–66.
- Edmondson W.T. 1945. Ecological studies of sessile Rotatoria. Part II. Dynamics of populations and social structure // Ecological Monographs. Vol.15. P.141–172.
- Koste W. 1969. Das Rädertier-Portrait. Das sessile Rädertier *Ptygura velata* // Mikrokosmos. H.1. S.1–5.
- Koste W. 1970. Über die sessilen Rotatorien einer Moorblanke in Nordwestdeutschland // Archiv für Hydrobiologie. Bd.68. No.1. S.96–125.
- Koste W. 1972. Über ein sessiles Rädertier aus Amazonien, *Ptygura elsteri* n. sp., mit Bemerkungen zur Taxonomie des Artkomplexes *Ptygura melicerta* (Ehrenberg, 1832) // Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd.57. No.6. S.875–882.
- Koste W. 1987. Über die Rädertiere (Rotatoria, Phylum Aschelminthes) des Altsees, eines Hochwasser-Rückhaltebeckens des Hase, NW-Deutschland, FRG // Osnabrücker naturwissenschaftliche Mittellungen. Bd.13. S.185–220.
- Kutikova L.A. 1995. Larval metamorphosis in sessile rotifers // Hydrobiologia. Vol.313/314. P.133–138.
- Tiefenbacher L. 1972. Beiträge zur Biologie und Ökologie sessiler Rotatorien unter besonderer Berücksichtigung des Gehäusenbaues und Renegationfähigkeit // Archiv für Hydrobiologie. Bd.71. S.31–78.
- Vasish H.S., Dwar B.L. 1970. The anatomy and histology of the rotifer *Lacimularia flosculosa* Müller // Research Bulletin of the Panjab University N.S. Vol.21. P.361–377.
- Wallace R.L. 1975. Larvae behavior of the sessile rotifer *Ptygura beuchampi* Edmondson // Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie verhandlungen. Bd.19. S.2811–2815.
- Wallace R.L. 1980. Ecology of sessile rotifers // Hydrobiologia. Vol.73. P. 181–183.
- Wallace R.L. 1993. Presence of anisotropic (birefringent) crystalline structure in embryonic and juvenile monogonont rotifers // Hydrobiologia. Vol.5/256 (Developments in Hydrobiologia. Vol.83). P.71–76.
- Wallace R.L., Edmondson W.T. 1986. Mechanism and adaptive significance of substrate selection by sessile rotifers // Ecology. Vol.67. P.314–323.
- Wallace R.L., Starkweather P.L. 1983. Clearance rates of sessile rotifers. In situ determination // Hydrobiologia. Vol.104 (Developments in Hydrobiologia. Vol.14). P.379–383.
- Wright H.G.S. 1950. A contribution to study of *Floscularia ringens* // Journal of the Quekette Microscopical Club. Vol.4. No.3. P.103–116.
- Wright H.G.S. 1954. The ringed tube of *Limnias melicerta* Weise // Microscope. Vol.10. P.13–19.
- Wright H.G.S. 1959. Development of the peduncle in a sessile Rotifer // Journal of the Quekette Microscopical Club. Vol.4. No.5. P.231–234.