

УДК 597-12:576.169

## ПАЗАРИТЫ РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ ИКРЫ, ЛИЧИНОК И МАЛЬКОВ ГОРБУШИ ONCORHYNCHUS GORBUSCHA (WALBAUM)

И. В. Карманова



Представлены результаты паразитологических исследований развивающейся икры, личинок и мальков горбуши в искусственных и естественных условиях воспроизводства. Впервые выделено пять видов простейших паразитов: *Ichthyobodo necator*, *Chilodonella piscicola*, *Tetrahymena pyriformis*, *Entamoeba* sp., *Vorticella* sp., а также грибы рода *Saprolegnia*. Даны количественные показатели зараженности икры простейшими и грибами. Выявлены патологические изменения, вызванные данными возбудителями. Отмечена способность паразитов и грибов переживать экстремальные условия.

Исследований, направленных на выяснение причин патологии икры в искусственных условиях инкубации, вызванных инфекционными или инвазионными возбудителями, довольно мало. Есть сведения о поражении икры рыб сапролегниевыми грибами (Нейм, Хьюз, 1984) и обрастании икры радужной форели колониальными сидячими кругоресничными инфузориями сем. *Vorticellidae*, *Carchesium polipinum* (Баннина и др., 1977б). Известно также (Бауер и др., 1977) о так называемой болезни размягчения оболочки развивающейся икры лососевых рыб, причиной которой является гриб класса *Archimycetae*, близкий к роду *Rizophidium*. Этот факт отмечен на рыбозаводах Тихоокеанского побережья Северной Америки. Под таким же названием зарегистрировано заболевание икры кеты и горбуши при инкубации на заводах Японии. Впервые об этом упоминал Такеда (Takeda, 1930). Егуза и Накаджима (Egusa, Nakajima, 1973) указывали, что оно наблюдалось только до 1940 г., потом его не обнаруживали до 70-х годов, после чего вновь стали регистрировать и довольно часто (Nomura, 1994). Сначала предполагали, что характер заболевания либо бактериальный, либо вызван воздействием каких-либо химических веществ. Тем не менее этиология этого заболевания до сих пор не выяснена и возбудитель пока не выявлен.

Цель настоящих исследований — выявить возбудителей и причину заражения развивающейся икры горбуши в искусственных и естественных условиях воспроизводства.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящих исследований явились паразиты, собранные с поверхности развивающейся икры, кожи и жабр личинок и мальков горбуши, на Паратунской экспериментальной геотермальной базе (ПЭГБ) КамчатНИРО и в бассейне р. Большая-Быстрая в 1996–1997 гг. Из экспериментального акватрона было обследовано: развивающейся икры — 30, личинок — 25, мальков — 120; из контрольного акватрона: —

мальков — 25; из нерестовых бугров в притоке р. Большая-Быстрая (Западная Камчатка) икры — 70 и из Карымайского ключа, впадающего в эту реку, мальков с желточным мешком — 175 экз.

Сбор паразитов осуществляли методом соскоба с поверхности оболочки икры. Подсушенные мазки фиксировали жидкостью Шаудина и окрашивали железным гематоксилином. С поверхности тела и жабр у личинок и мальков делали соскобы, готовили влажные мазки и просматривали их под световым микроскопом Olympus BH-2. Подсчет паразитов проводили при увеличении  $\times 100$ , детальное изучение — при увеличении  $\times 400$  и  $\times 1000$ . Внутренние органы личинок рыб исследовали компрессорно, то есть просматривали их под микроскопом после сдавливания между двумя предметными стеклами.

Для идентификации паразитов использовали световой микроскоп Olympus BH-2, фазово-контрастный микроскоп Zasilacz mikroskopowy typ 6/20 и бинокляр МБС-10. Фотографирование производили на микроскопе Olympus BH-2 с использованием фотопленки Fujicolor Super HG-100, 24x36 мм, с чувствительностью 100 единиц.

Видовую принадлежность обнаруженных паразитов определяли с помощью «Морфологическо-систематического очерка *Peritricha Sessilia* Kahl 1935» (Баннина, 1977 а); «Определителей ...» (1984, 1987).

Живую развивающуюся икру, личинок и мальков горбуши доставляли в лабораторию и во время обследования содержали в аэрируемых аквариумах. Температуру воды поддерживали 5–7 °С.

Всех личинок и мальков горбуши подвергали полному паразитологическому вскрытию по общепринятой методике, изложенной в «Лабораторном практикуме ...» (1983).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В сентябре 1996 г. оплодотворенную икру горбуши ( $G_1$ ) для завершения набухания содержали в течение трех часов в Карымайском ключе при температуре +7 °С, после чего доставили на ПЭГБ в изотермическом контейнере. В этот же



акватрон поместили в отдельных перфорированных емкостях икру горбуши ( $G_2$ ) из реки Паратунки, процесс оплодотворения которой провели на 7 суток раньше и первоначально содержали в другом подобном акватроне. Эксперимент проводили сотрудники лаборатории лососеводства КамчатНИРО.

Икру (от каждой самки отдельно) содержали в перфорированных емкостях объемом 585 см<sup>3</sup> в акватроне Тип АР-20А-750 с замкнутым циклом водоснабжения и регулируемой температурой воды (в момент отбора проб +11 °С). Обследовали экспериментальную партию развивающейся икры горбуши в связи с изменением цвета ее оболочки, которая стала светло-розовой.

В ходе эксперимента создавали экстремальные условия для содержания оплодотворенной икры. Ежедневно в обоих акватронах повышали температуру воды на 1 градус: от +7 до +15 °С. При наступлении последней температуры икру горбуши обеих партий объединили в одном акватроне и выдерживали при ней в течение 15 суток. Затем в таком же режиме температуру последовательно снижали. После того как на поверхности отдельных икринок горбуши ( $G_1$ ), а затем и ( $G_2$ ) стал образовываться светлый налет, исследовали икру в течение одного дня от каждой партии (по 15 экз.). При этом температура воды в акватроне составила +11 °С.

Визуально обнаружено: цвет оболочки икры ( $G_1$ ) — светло-розовый, матовый, с белым налетом и во многих местах с отслаивающимися клетками поверхностного эпителия; у икры ( $G_2$ ) он менее светлый, налет не ярко выраженный, отслоения поверхностного слоя эпителия нет.

При исследовании под бинокулярным микроскопом при увеличении  $\times 18-63$  на поверхности оболочки всех икринок ( $G_1$ ) отмечали многочисленные точечные повреждения в виде углублений (ямки) с рыхлыми эрозивными краями; среди икринок ( $G_2$ ) только у одной на поверхности наблюдали единичное повреждение.

В соскобах с поверхности оболочки икры ( $G_1$ ) выделили простейших паразитов: *Ichthyobodo necator* [Syn.: *Costia necatrix* (Henneguy, 1883)], *Entamoeba sp.*, *Chilodonella piscicola*, *Tetrahymena pyriformis*, *Vorticella sp.* и гифы грибов рода *Saprolegnia*. Экстенсивность заражения всеми представителями составила 100%, интенсивность — 10–15 экз. в каждом из 25 полей зрения микроскопа при увеличении  $\times 100$ . Причем на отдельных икринках наблюдали увеличение числа вортицелл и амев за счет прямого деления, появления цист амев и образования у грибов зооспорангиев и оогониев со зрелыми зооспорами.

В соскобах с поверхности оболочки развивающейся икры ( $G_2$ ) выделили те же виды паразитов и грибов с экстенсивностью заражения 100%,

но интенсивность заражения была незначительной — единичные экземпляры.

Для выяснения причин заражения развивающейся икры горбуши простейшими и грибами в конце ноября обследовали 70 живых икринок из нерестовых бугров в одном из притоков р. Большой-Быстрой. Повреждений на поверхности не наблюдали, но в соскобах были найдены простейшие паразиты и грибы в том же составе, что и в акватроне, с экстенсивностью 100%, но с малой интенсивностью — единичные экземпляры в 25 полях зрения микроскопа при том же увеличении.

Для сохранения условий эксперимента по заданной программе антипаразитарную обработку развивающейся икры не проводили. Погибших эмбрионов удаляли. После выклева личинок провели смену воды в акватроне.

В ноябре 1996 г. на наличие паразитов и грибов исследовали 25 экз. живых личинок горбуши ( $G_1$ ), отобранных при температуре +2 °С. В 1997 г. во второй половине февраля обследовали 175 экз. мальков горбуши с желточным мешком из Карымайского ключа, где их выдерживали при естественном ходе температуры, но в специально оборудованных перфорированных емкостях, помещенных в грунт. Температура воды в ключе в момент отбора проб составила +4 °С.

На ПЭГБ в марте–апреле обследовали 120 экз. мальков с рассосавшимся желточным мешком, содержащимся в акватроне при температуре +7 °С; в начале мая исследовали 25 экз. мальков из контрольной партии ( $G_1$ ), которых выдерживали в диапазоне температур близком к естественному (в момент отбора проб +7 °С).

В результате проведенных исследований на жабрах одной личинки горбуши ( $G_1$ ), из партии, содержащейся в акватроне предварительно в теплом режиме с повышением температуры до +15 °С, а затем с понижением до +2 °С, были выявлены цисты *Ch. piscicola*. Экстенсивность заражения ими составила 4%. Позже у мальков из этой же партии, отобранных при температуре +7 °С, на коже и жабрах (с экстенсивностью 100% и интенсивностью 1–2 экз.) обнаружили те же виды простейших и грибов, что и на поверхности оболочки икры. У одного малька из контрольной партии ( $G_1$ ) в акватроне выявили единичные экземпляры *I. necator* и *Ch. piscicola*. При этом экстенсивность заражения тем и другим простейшим составила 4%.

У личинок и мальков из Карымайского ключа на поверхности тела обнаружили: *I. necator* с экстенсивностью заражения — 11,43, *Ch. piscicola* — 10,9, *Tetrahymena pyriformis* — 1,1, *Apiosoma conicum* — 3,4, *Trichodina truttiae* — 4,6, *Paracanthobdella livanowi* — 4,6%. Интенсивность заражения мальков простейшими парази-

тами была незначительна, пиявкой — 1,6 экз., при индексе обилия — 0,04. На поверхности тела у 20,6% мальков выявили гифы грибов рода *Saprolegnia*.

Известно несколько путей проникновения простейших паразитов в бассейны ЛРЗ: с водой при принудительном водоснабжении (Бауер, Богданова, 1963) и со слизью взрослых рыб, используемых для оплодотворения, без их предварительной антипаразитарной обработки (Карманова, 1998). Настоящими исследованиями установлено, что возможен еще один путь заражения молоди искусственного воспроизводства, который связан с переносом паразитов на поверхности оплодотворенной икры после выдерживания ее для набухания в естественном водоеме перед транспортировкой к месту инкубации. Температура +7 °С, при которой происходило набухание, является близкой к оптимальной для существования пресноводных простейших паразитов *I. necator* и *Ch. piscicola* (Urawa, 1992). При ней интенсивно идет процесс их размножения. Вероятно, это справедливо и для *Entamoeba sp.*, *T. pyriformis*, *Vorticella sp.* и *Saprolegnia sp.* Появление паразитов и грибов на оболочке икры, скорее всего, связано с обилием их в окружающей среде. Так, жгутиконосца и ресничную инфузорию раньше обнаруживали в естественных водоемах у молоди тихоокеанских лососей (Карманова, 1998), сапролегниевые грибы довольно часто встречаются на коже готовых к нересту, отнерестившихся и погибающих рыб (Нейм, Хьюз, 1984). Пленчаторотые инфузории, перитрихи и амёбы впервые отмечены на поверхности развивающейся икры из естественных гнезд, а также у икры, личинок и мальков в акватроне.

Перитрихи рода *Vorticella* являются индикатором степени загрязнения водоемов органическими веществами (Банина, 1977а; Банина и др., 1977). На нерестилищах повышение уровня органики происходит за счет большого количества снетки, оставшейся после нереста. Подобный факт отмечен в притоках р. Большой-Быстрой в 1996 г., когда имел место обильный нерестовой ход горбуши, во много раз превышающий среднелетний. Как правило, перитрихи питаются микроорганизмами из воды и используют покровы своих хозяев (личинок хирономид, бентосных беспозвоночных, рыб и моллюсков) в основном как место обитания и средство передвижения. В этом случае хозяин не является источником пищи (симбиоз), хотя иногда питание может происходить за счет его слизи (Банина и др., 1977а). Однако в пробах икры, взятых из р. Большой-Быстрой, при наблюдении с помощью микроскопа за живыми перитрихами на временных влажных препаратах было обнаружено, что они питались не только микроорганизмами, но и

клетками отслаивающегося эпителия и при этом активно размножались.

Амёбы ранее отмечались у искусственно разводимых рыб, причем только как эндопаразиты — кишечная форма (Определитель ..., 1984). Находясь в акватроне на поверхности эпителиального слоя икры в качестве эктопаразитов, они размножались, на что указывает наличие особей в стадии прямого деления и образования цист с 6–8 экз. амёб в них.

Выделенные в настоящем исследовании паразиты и грибы на поверхности развивающейся икры горбуши действовали разрушающе, на что указывало появление множественных точечных углублений (ямки), обрастание перитрихами и гифами грибов. За счет этого менялся цвет оболочки икры и, возможно, нарушался газообмен. Воздействуют *I. necator*, *Ch. piscicola* и *T. pyriformis* на развивающуюся икру, по всей вероятности, так же как и на рыбу, то есть их паразитирование приводит к разрушению поверхностного слоя эпителия. По-видимому, амёбы и вортицеллы в процессе своей жизнедеятельности также способны оказывать определенное патогенное влияние на оболочку икры.

В то же время, мы не наблюдали подобных повреждений на икре из нерестовых бугров, так как при том же наборе паразитов и грибов, что и в искусственных условиях, интенсивность инвазии ими была мала. Следовательно, как и у рыб, патологические изменения на оболочке икры возникают только при высокой интенсивности заражения паразитами и грибами.

Вероятно, устойчивость оболочки икры к воздействию указанных возбудителей все-таки довольно высока, потому что даже в отсутствие антипаразитарной обработки в процессе и по окончании инкубации уровень выклева горбуши ( $\Gamma_2$ ) в акватроне составил 94%, а конечное выживание — 84%, что близко к обычному. По крайней мере, считается нормальным относительно количество выклюнувшихся личинок горбуши в период эмбриогенеза в акватронах — 90–95%, а конечная выживаемость — 80–85% (Маркевич, Виленская, 1995). В то же время, у сильно пораженной икры горбуши ( $\Gamma_1$ ) при высокой интенсивности заражения простейшими паразитами и грибами количество выклюнувшихся личинок составило 74%, а конечное выживание — 65%. Уменьшению интенсивности размножения и отчасти гибели вышеуказанных возбудителей могло способствовать снижение температуры воды в ходе эксперимента до +2 °С. После поднятия личинок на плав были удалены пустые оболочки икринок и произведена смена воды. Это на некоторое время обезопасило их от заражения. В этот период на жабрах личинок обнаружены только цисты *Ch. piscicola*. В дальней-



шем при поднятии в акватроне температуры до +7 °С паразиты и грибы вновь начали развиваться и заражать уже мальков, причем со значительной интенсивностью. В результате проведенного эксперимента отмечен более ранний выклев личинок по сравнению с предполагаемым сроком, а сами личинки имели меньшие размеры и массу, что в определенной степени можно отнести на счет воздействия на оболочку икры паразитов и грибов.

Полученные результаты по зараженности развивающейся икры, личинок и мальков горбуши при их содержании в акватроне в широком диапазоне температур указывают на высокую жизнестойкость простейших паразитов и грибов, на их способность выдерживать как высокие, так и низкие температуры воды.

Наличие тех же видов простейших паразитов и грибов, какие выявлены на поверхности развивающейся икры горбуши из нерестовых бугров в естественном водоеме, дает право предполагать, что они занесены в акватрон на ПЭГБ из Карьмайского ключа, где происходило набухание оплодотворенной икры. Вероятно, подобная ситуация может возникнуть и на лососевых рыбободных заводах. Это может произойти в тех случаях, когда набухание оплодотворенной икры будет производиться в каких-либо водоемах, откуда затем эту икру доставят на заводы и поместят в инкубаторы без предварительной антипаразитарной обработки.

Систематические признаки *Ichthyobodo necator*, *Chilodonella piscicola*, *Tetrahymena pyriformis* полностью соответствовали описанию (Определитель ..., 1984).

Эктопаразиты *Entamoeba sp.* (*Gimnamoebia*) и *Vorticella sp.* (*Peritricha*) встречены впервые. Приводим их описание.

*Entamoeba sp.* — подвижные, с легко образующимися и втягивающимися лобоподиями

(рис. 1). Часто принимают удлиненную форму. Длина тела живой особи — 22,53–27,0 мкм; ширина — 15,81–18,12 мкм. Внутри цитоплазмы несколько пищеварительных вакуолей. Имеется сократительная вакуоль. Ее диаметр — 6,80–7,61 мкм. Ядро диаметром 4,5–5,3 мкм. В центре ядра — кариосома. Между ней и оболочкой ядра встречаются радиально расположенные зернышки хроматина.

Размножение происходит посредством прямого деления и путем образования цист (рис. 2).

*Vorticella sp.* имеет округлое тело, слегка вытянутое в вертикальном (орально-аборальном) направлении, несколько суженное к перистому (рис. 3).

Длина тела живой особи 58,7–80,8 мкм; ширина 46,4–69,5 мкм. Край перистома слегка выдвигается. Перистомальный валик выпуклый. Пелликула нежно исчерчена. Реснички крепкие, длиной 14 мкм. Диск перистома выпуклый. Стебель (нога) длиннее тела в 2–3 раза, сокращающийся, тонкий (3–4 мкм), покрыт снаружи прозрачной оболочкой, в его центральной части проходит мионема.

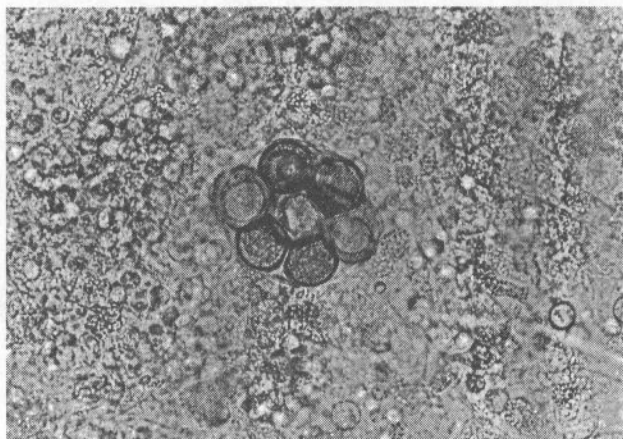


Рис. 2. Циста *Entamoeba sp.* (*Gimnamoebia*). Водный препарат. Увеличение x400

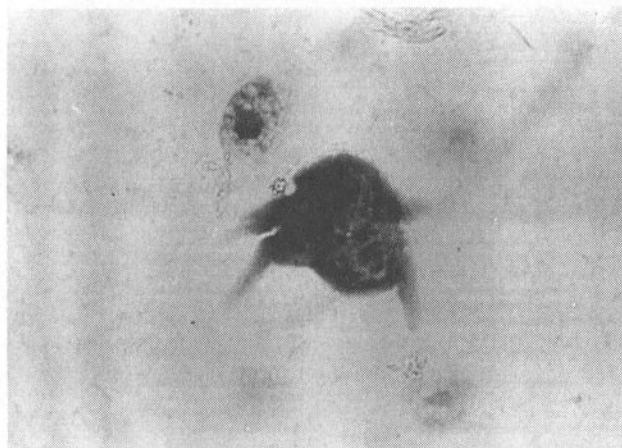


Рис. 1. *Entamoeba sp.* (*Gimnamoebia*). Окраска железным гематоксилином. Увеличение x1000

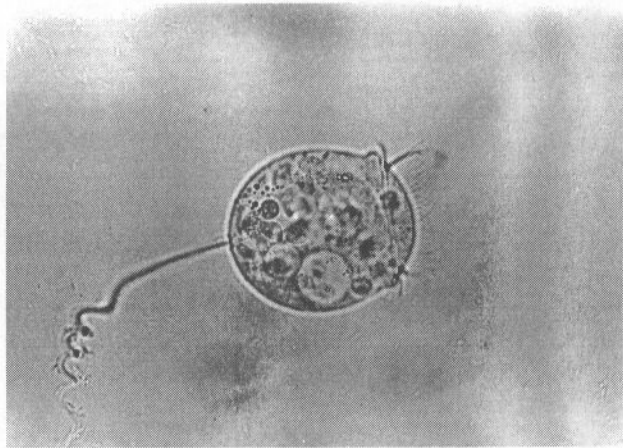


Рис. 3. *Vorticella sp.* (*Peritricha*). Водный препарат. Увеличение x400

Ядро (макронуклеус) крупное, имеет подковообразную форму с загнутыми вовнутрь концами (рис. 4). Две трети ядра расположены сбоку вдоль длины тела, одна треть загнута книзу. Длина его в полтора раза больше длины тела (120–125 мкм), ширина в средней части — 5,0–5,5 мкм, на закругленных концах — 15–17 мкм. Ядрышко (микронуклеус) небольшое, диаметром — 3–4 мкм, расположено немного выше нижней части ядра.

*Vorticella sp.* имеет несколько пищеварительных вакуолей. Пульсирующая вакуоль, диаметром 18–20 мкм, расположена на уровне середины тела. В эндоплазме большое количество темных гранул.

Оба вышеописанных вида простейших обнаружены на поверхности эпителия развивающейся икры горбуши в условиях эксперимента в акватроне и в перфорированных емкостях, закопанных в водоеме, а также в естественных нерестовых буграх.

В 1996 г. при массовом возврате горбуши в реки западного побережья Камчатки отмечалось ослабление прочности оболочки икры у большого количества самок. Возможно, вследствие этого происходило сильное поражение паразитами оболочки оплодотворенной икры в нерестовых буграх и в акватроне.

В настоящих исследованиях не выяснены причины размягчения оболочки икры горбуши в процессе инкубации. Тем не менее можно предположить, что это явление встречается, в основном, в теплые годы и связано оно либо с изменением особенностей физиологии самок под воздействием повышенной, по сравнению с обычной, температуры воды, либо, что более вероятно, с воздействием таких паразитов, как, например, микроспоридии. Данные паразиты могут оказывать значительное влияние на воспроизводительную систему рыб, поскольку способствуют нарушению таких процессов, как рост, накоп-

ление питательных веществ и созревание половых продуктов (Исси, 1986). В 1996 г. у 26,7% самок горбуши, идущих на нерест, встречалась микроспоридия *Pleistophora sp.* Скорее всего, размягчение оболочки икры — явление первичное, а массовая зараженность инкубируемой икры простейшими паразитами и грибами, как в естественных, так и в искусственных условиях воспроизводства — вторичное.

Таким образом, можно предположить, что при температурах воды в водоемах, близких к экстремально высоким, например, +15 °С и выше, возможна значительная гибель развивающейся икры рыб в нерестовых буграх из-за воздействия на нее некоторых простейших паразитов и грибов.

## ВЫВОДЫ

1. Впервые проведено паразитологическое исследование развивающейся икры горбуши в искусственных и естественных условиях воспроизводства.

2. В акватроне с замкнутым циклом водоснабжения и в естественном водоеме на поверхности оболочки икры горбуши выделены грибы рода *Saprolegnia* и пять видов простейших паразитов: *Ichthyobodo necator*, *Chilodonella piscicola*, *Tetrahymena pyriformis*, *Vorticella sp.*, *Entamoeba sp.*, из которых последние два отмечены впервые.

3. Патологические изменения на оболочке икры возникают только при высокой интенсивности заражения обнаруженными простейшими паразитами и грибами.

4. В отсутствие антипаразитарной обработки икры в акватроне, паразиты и грибы начинали развиваться на личинках и мальках.

5. В акватроне в широком диапазоне температур выявлен высокий уровень жизнестойкости обнаруженных паразитов и грибов.

6. В естественном водоеме в условиях эксперимента (в перфорированных емкостях) у мальков горбуши выявлено пять видов паразитических простейших: *Ichthyobodo necator*, *Chilodonella piscicola*, *Tetrahymena pyriformis*, *Apiosoma conicum*, *Trichodina truttae* и один вид пиявок — *Paracanthobdella livanowi*, с невысокими показателями зараженности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Банина Н.Н. 1977. Морфолого-систематический очерк *Peritricha Sessilia* Kahl 1935 // Изв. Гос. НИИ озерн. рыбн. хоз-ва. Т. 119. С. 5–11.

Банина Н.Н., Бойцова И.Л., Полякова Л.А. 1977а. Зависимость фауны сидячих перитрих от условий водоема // Изв. Гос. НИИ озерн. рыбн. хоз-ва. Т. 119. С. 74–80.

Банина Н.Н., Куденцова Р.А., Брагина Е.В. 1977б. Эпистилезы и некоторые другие случаи массово-

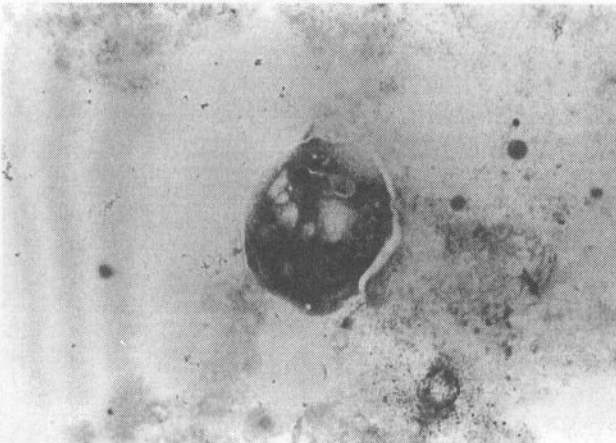


Рис. 4. *Vorticella sp.* (*Peritricha*). Окраска железным гематоксилином. Увеличение  $\times 400$



го поражения перитрихами рыб и икры // Изв. Гос. НИИ озерн. рыбн. хоз-ва. Т. 119. С. 107-109.

Бауер О.Н. 1980. Популяционная экология паразитов рыб, состояние и перспективы // Паразитол. сб. Л.: Изд-во ЗИН АН СССР. Т. 29. С. 24-34.

Бауер О.Н., Мусселиус В.А., Николаева В.М., Стрелков Ю.А. 1977. Ихтиопатология. М.: Пищ. пром-сть. 431 с.

Исси И.В. 1986. Микроспоридии как тип паразитических простейших // Микроспоридии. Л.: Наука. С. 6-136.

Карманова И.В. 1998. Паразиты тихоокеанских лососей в эпизоотической обстановке паразитозов в бассейне реки Паратунки (Камчатка) // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИН ПА РАН 23 с.

Маркевич Н.Б., Виленская Н.И. 1995. Выживание горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) в период эмбриогенеза в связи с термическим режимом инкубации икры // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Вып. 3. Петропавловск-Камчатский. С. 25-33.

Нейм Г., Хьюз Г. 1984. Микозы рыб. М.: Лег. и пищ. пром-сть. 112 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1984. Паразитические простейшие/ Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука. Т. 1. Часть 1. 431 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1987. Паразитические многоклеточные/ Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука. Т. 3. Часть 3. 580 с.

Egusa, S., and K. Nakajima. 1973. A bibliography of disease of fishes in Japan // J. Fish pathology. No. 7. P. 137-229.

Nomura, T. 1994. Bacterial diseases of freshwater fishes of Hokkaido // Recent advances in parasites and diseases of freshwater fishes in Hokkaido. Sci. Rep. Hokkaido fish hatchery. No. 48. P. 39-46.

Takeda, S. 1930. Study of chum salmon egg disease recently occurred in Hokkaido // Keison Iho. Jap. No. 2. P. 1-7.

Urawa, S. 1992. Host range and geographical distribution of the ectoparasitic protozoans *Ichthyobodo necator*, *Trichodina truttae* and *Chilodonella piscicola* on hatchery-reared salmonids // Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. Jap. No. 46. P. 175-203.