

УДК 595.324+574.21

С. М. Голубков, А. В. Макрушин

**ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ У CLADOCERA
(CRUSTACEA) ИЗ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО
ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ¹**

У четырех видов ветвистоусых ракообразных Финского залива описаны патологические изменения тканей, вызванные, вероятно, загрязнением вод.

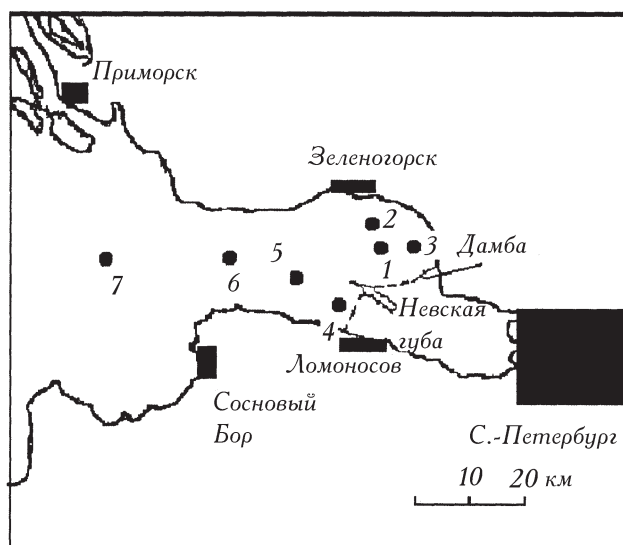
Ключевые слова: Финский залив, *Cladocera*, гистопатология, биомаркеры, загрязнение вод.

Проблема адекватной оценки качества вод и степени антропогенного воздействия на биоту водоемов относится к наиболее насущным в современной гидробиологии. Особенно большое опасение вызывает загрязнение природных вод токсическими веществами, что связано с большим разнообразием токсикантов и, во многих случаях, с трудностями и высокой стоимостью их аналитического определения. В этой связи представляется перспективной разработка биомаркеров токсического загрязнения, т. е. поиск таких изменений физиологии или морфологии гидробионтов, наличие которых может свидетельствовать о воздействии ядовитых веществ. Особенно перспективным использование биомаркеров может быть в случае хронического загрязнения среды сублетальными концентрациями токсических веществ, степень которого трудно выявить в ходе острых токсикологических испытаний или традиционными методами биоиндикации. Такие биомаркеры могут использоваться для разработки мультивариантных систем оценки качества вод и «здоровья экосистем» [8].

Загрязнение среды вызывает различные нарушения у гидробионтов [8]. К их числу относятся разрушения тканей, описанные у ветвистоусых ракообразных Волги [5—7]. Целью работы было выяснить, встречаются ли они у ветвистоусых Финского залива, загрязняемого стоками Санкт-Петербурга. Концентрация некоторых ядовитых веществ в водах восточной части залива превышает ПДК [12].

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-04-00591-а и программы фундаментальных исследований президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития».

© Голубков С. М., Макрушин А. В., 2012



1. Расположение пунктов отбора проб.

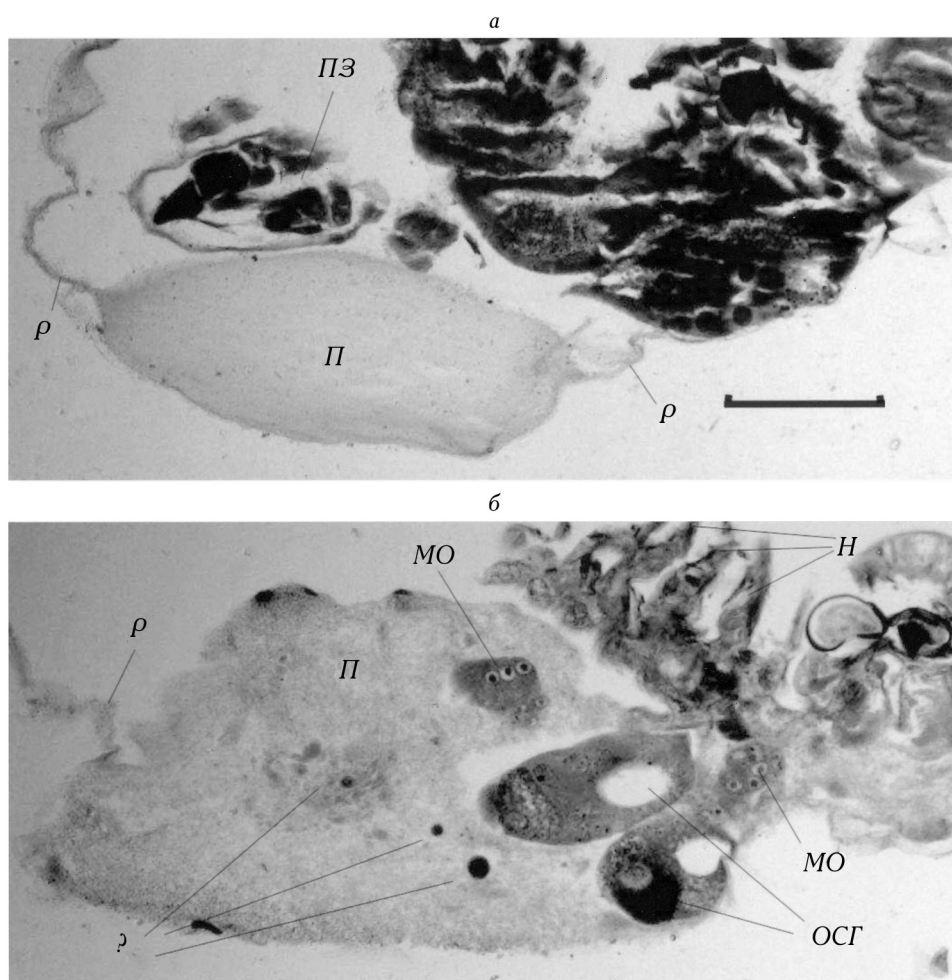
Материал и методика исследований.

Рачков ловили с судна 3 и 4 августа 2009 г. и 28 и 29 июля 2010 г. (рис. 1). Фиксированные в жидкости Буэна пробы просматривали в камере Богорова под бинокулярной лупой МБС-9. Доля животных с расслоившейся раковинкой определена путем осмотра в 2009 г. 382 особей *Leptodora kindtii* (Focke, 1844) (Leptodoridae) и 206 особей *Limnospira frontosa* Sars, 1862 (Sididae), в 2010 г. — соответственно 663 и 1263 особей. С помощью гистологической методики в

2009 г. обследовали 65 особей *L. frontosa*, 28 особей *Cercopagis pengoi* (Ostromov, 1891) (Cercopagidae) и 72 особи *Bythotrephes cederstroemii* Schoedler, 1877 (Cercopagidae), в 2010 г. — 20 *L. frontosa* и 53 *B. cederstroemii*. Толщина парафиновых срезов составляла 7 мкм. Их окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну. Вместо покровных стекол применяли полистирол по Д. С. Саркисову [11]. Фотографии делали на цифровом микроскопе VHX-1000E с объективом VH-Z250W.

Результаты исследований и их обсуждение

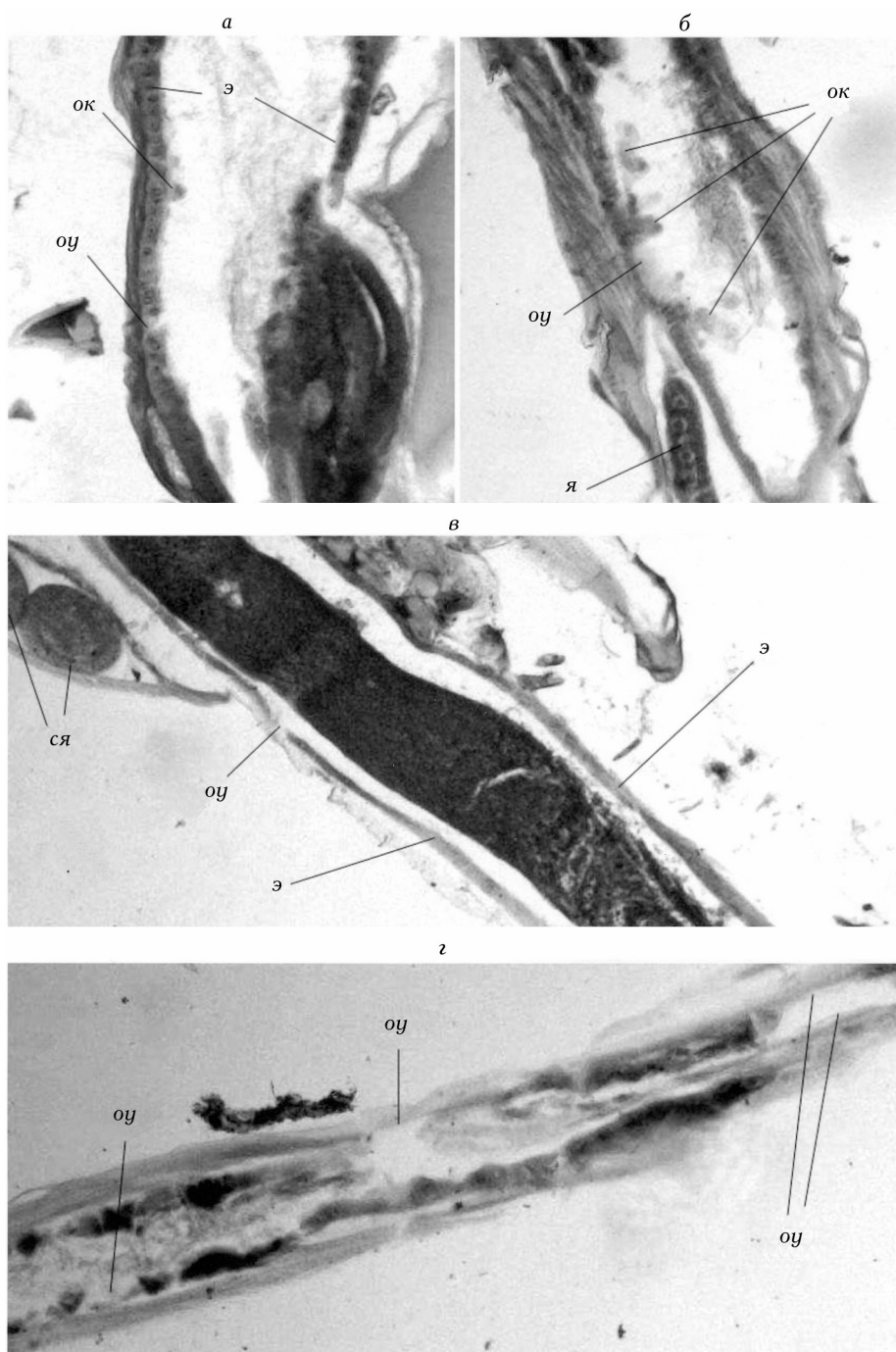
Раковинка у *L. kindtii* и *L. frontosa* состоит из двух слоев гиподермы, соединенных протоплазматическими мостиками. Между слоями гиподермы, омывая мостики, циркулирует кровь. У обследованных особей из восточной части Финского залива разрушение мостиков приводило к расхождению слоев. Образовавшееся между ними пространство заполнялось гемолимфой. В результате на раковинке возникал пузырь (рис. 2, А, п). У живых особей он был прозрачным, у фиксированных — заполнен мутным содержимым. Часто у *L. kindtii* расслаивалась вся раковинка. Снабженное рисунками описание расслоившихся раковинок лептодор представлено в работах [6, 7]. Иногда у *L. frontosa* в пузыре были обнаружены фрагменты яичника и частицы неясной природы, попавшие туда из миксоцеля рачка (рис. 2, Б, осг, мо). В 2009 г. доля особей *L. kindtii* с расслоившейся раковинкой на разных станциях колебалась в пределах 0—11%, составляя в среднем 7%, у *L. frontosa* соответственно 0—43% и 27%. В 2010 г. этот показатель составлял соответственно 0—22% (18%) и 0—44% (1%). У других попавших в уловы ветвистоусых случаев расслоения раковинки не зарегистрировано.



2. Дорзальная часть *Limnosida frontosa*: а — на раковинке пузырь, образовавшийся в результате отслоения наружного листка гиподермы от внутреннего; б — ооциты в пузыре на раковинке; р — раковинка; n — пузырь; ocg — ооциты старшей генерации и их питающие клетки в пузыре; mo — молодые ооциты и их питающие клетки в пузыре; ? — частицы неясной природы в пузыре; pz — партеногенетический зародыш в выводковой сумке; n — ноги. Здесь и на рис. 3: масштаб — 150 мкм.

У *B. cederströmii* и *C. pengoi* наблюдалась эрозия эпителия средней кишки. Его клетки отрывались от базальной мембраны, которая из-за этого местами обнажалась (рис. 3, а–г, оу). Эта патология была выражена в разной степени. Особи с совершенно здоровой кишкой встречались редко. В 2009 г. встречались особи *B. cedersötrmii* с более тяжелым поражением кишки, чем в 2010 г.

Возникает вопрос, вызваны ли эти повреждения ухудшением качества воды или их причина иная? Эрозия эпителия кишки — токсикоз, она описана у ветвистоусых, подвергнутых в лаборатории действию вредных веществ [4, 13]. Литературных данных, дающих основание утверждать, что и расслоение раковинки вызывается загрязнением воды, найти не удалось. Однако,



3. Средняя кишка ветвистоусых ракообразных: а — *Bythotrephes cedersötrmii*, большая часть пищеварительного эпителия в нормальном состоянии; б — *B. cedersötrmii*, пищеварительный эпителий сильно изменен; в — *Cercopagis pengoi*, большая часть пищеварительного эпителия в нормальном состоянии, кишка заполнена перевариваемой пищей; г — *C. pengoi*, пищеварительный эпителий сильно изменен; оу — обнажившиеся участки базальной мембраны кишки; э — пищеварительный эпителий в нормальном состоянии; ок — отрывающиеся и оторвавшиеся от базальной мембраны клетки пищеварительного эпителия; ся — субитантные яйца в выводковой сумке; я — яичник.

вероятно, эта патология тоже вызвана загрязнением воды. Основание для этого предположения следующее. Расслоение раковинки — бросающийся в глаза признак, которого нельзя не заметить. Однако в прежних работах, посвященных исследованию размножения *L. kindtii* [3, 9, 10], и в более ранних о нем не упоминается. Также известно о расслоении раковинки и у других видов ветвистоусых. Вероятно, образование на раковинке у *L. kindtii* и *L. frontosa* заполненных гемолимфой пузырей стало обычным явлением лишь в последнее время в связи с усилившимся загрязнением воды, что в полной мере относится и к экосистеме восточной части Финского залива, в последние десятилетия испытывающей значительное антропогенное воздействие [1]. Ранее морфологические аномалии были отмечены у двустворчатых моллюсков, обитающих на этой акватории [2]. Таким образом, несмотря на то, что концентрация большинства токсических веществ в воде залива не превышает ПДК [12], состояние биоты этой части акватории нельзя признать удовлетворительным, что, по-видимому, является следствием хронического загрязнения разнообразными токсикантами. Выявленные морфологические аномалии, наряду с аналогичными у других групп животных, в перспективе могут использоваться при разработке мультивариантных систем оценки качества вод и «здоровья экосистем».

Заключение

Leptodora kindtii, *Limnospira frontosa*, *Bythotrephes cederstroemi* и *Cercopagis pengoi* патологически реагируют на загрязнение вод. Выявленные морфологические аномалии могут служить биомаркерами загрязнения.

**

У чотирьох видів Cladocera Фінської затоки виявлено патологічні зміни тканин, спричинені, ймовірно, забрудненням вод.

**

Pathological changes of the tissues have been described for four species of Cladocera from the Gulf of Finland, probably caused by water pollution.

**

1. Алимов А.Ф., Голубков С.М. Изменения в экосистемах восточной части Финского залива // Вестн. РАН. — 2008. — № 3. — С. 223—230.
2. Голубков С.М., Макрушин А.В., Асанова, Т.А., Богомазова М.В. Состояние пищеварительной железы Unionidae (Mollusca, Bivalvia) — показатель степени антропогенного загрязнения акватории // Гидробиол. журн. — 2011. — Т. 47, № 2. — С. 51—54.
3. Кузичкин А.П. Влияние температуры на сезонную динамику численности и плодовитости *Leptodora kindtii* (Focke) (Cladocera) в районе подогретых вод Конаковской ГРЭС // Там же. — 1975. — Т. 11, № 2. — С. 71—75.
4. Макрушин А.В. Применение гистологической методики в токсикологических исследованиях на дафниях // Изв. ГосНИОРХ. — 1974. — Т. 98. — С. 40—43.

5. Макрушин А.В. Гистопатологическое обследование некоторых ветвистых ракообразных Рыбинского водохранилища // Зоол. журн. — 1995. — Т. 74, № 9. — С. 128—130.
6. Макрушин А.В. О нарушении размножения *Leptodora kindtii* (Cladocera, Crustacea) в Волге // Гидробиол. журн. — 2003. — Т. 39, № 2. — С. 116—119.
7. Макрушин А.В., Запруднова Р.А. О патологическом изменении выводковой сумки *Leptodora kindtii* (Cladocera, Crustacea) // Зоол. журн. — 2000. — Т. 79, № 6. — С. 742—744.
8. Моусеенко Т.И. Концепция «здоровья» экосистемы в оценке качества вод и нормирования антропогенных нагрузок // Экология. — 2008. — № 6. — С. 411—419.
9. Моргухай-Болтовская Э.Д. О партеногенетическом размножении *Leptodora kindtii* Фоске и *Bythotrephes longimanus* Leydig // Докл. АН СССР. — 1957. — Т. 112, № 6. — С. 742—744.
10. Ривьер И.К. Материалы по размножению хищных Cladocera (*Leptodora kindtii* и *Bythotrephes longimanus*) в Рыбинском водохранилище // Тр. Ин-та биологии внутр. вод АН СССР. — 1971. — Вып. 22 (25). — С. 105—112.
11. Саркисов Д.С. О применении пластических масс в гистологической технике. — Л.: Изд-во Воен.-мор. мед. акад., 1951. — 16 с.
12. Фруммин Г.Т. Оценка состояния восточной части Финского залива и Невской губы по гидрохимическим показателям // Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. — М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. — С. 394—403.
13. Pautou M.-P., Rey D., Meyran J.-C. Toxicity of vegetable tannins on Crustacea, associated with alpine mosquito breeding sites // Ecotox. and Env. Safety. — 2000. — Vol. 47, N 3. — P. 323—332.

Зоологический институт РАН,
Санкт-Петербург, РФ

Поступила 28.04.12