Доклады Академии наук СССР
1976. Том 229, № 2

УДК 595.34.1.4:591.149.12

ЗООЛОГИЯ

А. М. ГИЛЯРОВ

О ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ КИШЕЧНИКА ПРЕСНОВОДНЫХ ВЕСЛОНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ (COPEPODA, CRUSTACEA)

(Представлено академиком М. С. Гиляровым 13 II 1976)

Типичными органами выделения Copepoda считают видоизмененные метанефридии: максиллярные железы у взрослых и антеннальные — у науплиальных стадий. Значительно менее известно явление накопления продуктов выделения в тканях кишечника, хотя оно и было описано для Cyclopoida (отр. Copepoda) Лейдигом [1] еще в 1860 г. В недавних рабо-

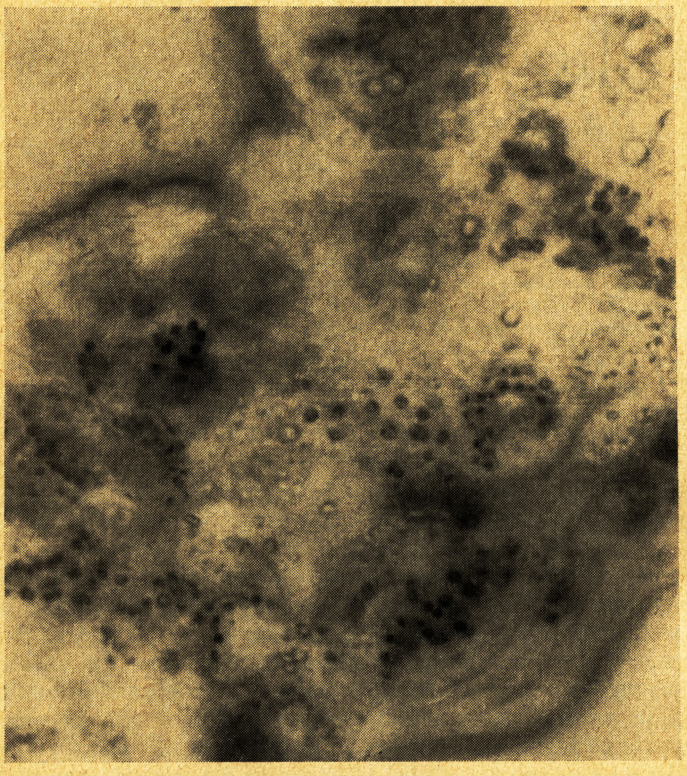


Рис. 1. Скопления конкреций экскретов в клетках желудка Cyclops strenuus (тотальный препарат)

тах [2] подтвердивших догадку Лейдига, основное внимание уделено включениям экскретов у покоящихся стадий Cyclopoida. Проведенные при этом гистохимические исследования, однако, не подтвердили общепринятых взглядов на химическую природу конечных продуктов обмена у ракообразных. Ими оказались не аммиак, как у подавляющего большинства водных беспозвоночных, и ракообразных — в частности [3, 4], а мочевая кислота, свойственная, в силу своей меньшей токсичности и очень слабой

растворимости, наземным членистоногим ([4]). Для наземных ракообразных выделение мочевой кислоты также известно, причем показано, что накопление ее происходит в эпителии кишечника и его дериватов ([5]).

В задачу нашей работы входило наблюдение за выделительной активностью кишечника у разных представителей пресноводных Copepoda. Наиболее подробно изучен Cyclops strenuus Fischer из Глубокого озера (Московская обл.). Скопления продуктов выделения — конкреции обнаружены в центральном отделе средней кишки — так называемом желудке, причем в задней его части, где эпителиальные клетки наиболее высокие. Конкреции экскретов располагались по всей клетке, при этом, как правило, в одной клетке они были примерно одинакового размера, а в соседних клетках могли довольно сильно различаться: от очень мелких частиц, находящихся на грани видимости светового микроскопа и испытывающих сильное броуновское движение, до хорошо заметных круглых или овальных включений диаметром 2—5 мкм (рис. 1). Цвет конкреций — от ярко-зеленого (особенно — в летнее время при активном питании) до почти бесцветных с зеленоватым или желтоватым оттенком. Люминесцентное микроскопирование показало наличие у конкреций собственного белого (с желтоватым оттенком) свечения. Конкреции найдены у взрослых и копеподитных стадий C. strenuus, пойманных как в верхних слоях зоны обитания (около 5 м), так и на максимальных глубинах (30 м).

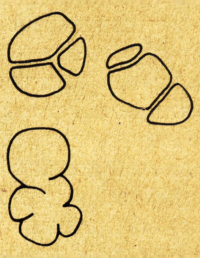


Рис. 2. Конкреции экскретов у особей Cyclops strenuus, голодавших в течение 1,5 мес.

У рачков, которых содержали в лаборатории в фильтрованной воде без пищи, уже через 2—3 дня наблюдалось обесцвечивание конкреций; затем они приобретали желтый оттенок, размеры их увеличивались, а форма часто становилась неправильной. У особей, живших в лаборатории без пищи в течение 1,5 мес., расходовались все запасы жира, спадался кишечник, но в его эпителиальных клетках были хорошо различимы крупные (до 8 мкм) конгломераты конкреций желтого цвета (рис. 2).

Нами впервые были получены электронные фотографии * включений экскретов из кишечника копепод. Как видно на фотографиях (рис. 3, 4), вокруг конкреций нет каких-либо настоящих мембран, и, следовательно, вряд ли правильно именовать их вакуолями ([2]). Следует также подчеркнуть, что конкреции экскретов лежат в обычных всасывающих клетках желудка с хорошо заметными ворсинками.

Кроме конкреций в кишечнике C. strenuus, собранных в Глубоком озере зимой, изредка встречаются крупные оранжевого цвета кристаллы, ранее описанные ([2]) для других Cyclopoida.

Включения экскретов в эпителиальных клетках кишечника, помимо C. strenuus, были обнаружены нами у Eucyclops macrurus (Sars) и у Eudiaptomus graciloides (Lill.) из Глубокого озера и у Limnocalanus macrurus G. O. Sars из Перт-озера (Карелия). Последние два вида относятся к другому подотряду Copepoda — Calanoida, для которого о выделительной функции кишечника до настоящего момента ничего не было известно. Экскреты всех других видов отличаются от таковых C. strenuus бледной окраской: в некоторых случаях они бесцветные, в других — зеленоватые или желтоватые. У Limnocalanus, помимо конкреций, в клетках кишечника эпителия обнаружены мелкие бесцветные кристаллы, имеющие формы двух метелок, соединенных основаниями. Их химическая природа осталась неизученной, хотя по аналогии со сходными и ранее описанными образованиями у Cyclopoida можно предполагать, что это также производные мочевой кислоты.

* Автор пользуется случаем выразить глубокую благодарность Г. Е. Онищенко за изготовление срезов и электронное микроскопирование.

В заключение необходимо отметить, что остается невыясненным, являются ли выделенные через кишечник катаболиты продуктами белкового или пуринового обмена. В пользу того, что в данном случае мы имеем дело с продуктами основного белкового обмена, свидетельствует большое количество экскретов, а также тесная зависимость процесса кишечного выделения от условий питания. Второй, не менее важный вопрос — насколько интенсивно выделение через кишечник, и какова относительная роль максиллярных желез и кишечника в экскреции продуктов азотного обмена. Поскольку у активно питающихся летом C. strenuus конкреции экскретов содержатся буквально во всех клетках желудка и их часто можно встретить вместе с оторвавшимися частями клеток в фекальном комке, формирующемся в задней кишке, остается предположить, что ведущая роль в процессе выделения азота принадлежит именно кишечнику. То, что основной продукт питания — мочевая кислота, а не аммиак, не столь удивительно, так как экскреция аммиака требует большого количества воды — «промывания клеток», процесса, который невозможен внутри кишечника циклопов, где находится пища и где, благодаря хорошей работе сфинктеров, сохраняется среда с осмотическим давлением, отличающимся от окружающей пресной воды. Не исключено, что максиллярные железы выполняют только осморегуляторную функцию. Для окончательного решения всех этих вопросов необходимо тщательное количественное гистохимическое исследование как пресноводных, так и морских копепод.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
13 II 1976

ЛИТЕРАТУРА

[1] *F. Leydig,* Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen, Laupp – Siebig 1860. [2] *M. Wierzbicka,* Pol. Arch. Hydrobiol., v. 19, 3, 279 (1972). [3] *G. Parry,* In: Physiology of Crustacea, v. 1, N. Y., Acad. Press, 1960, p. 341. [4] *М. С. Гиляров,* Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше, «Наука», 1970, стр. 271. [5] *Л. М. Семенова,* Зоол. журн., т. 51, 2, 208 (1972).

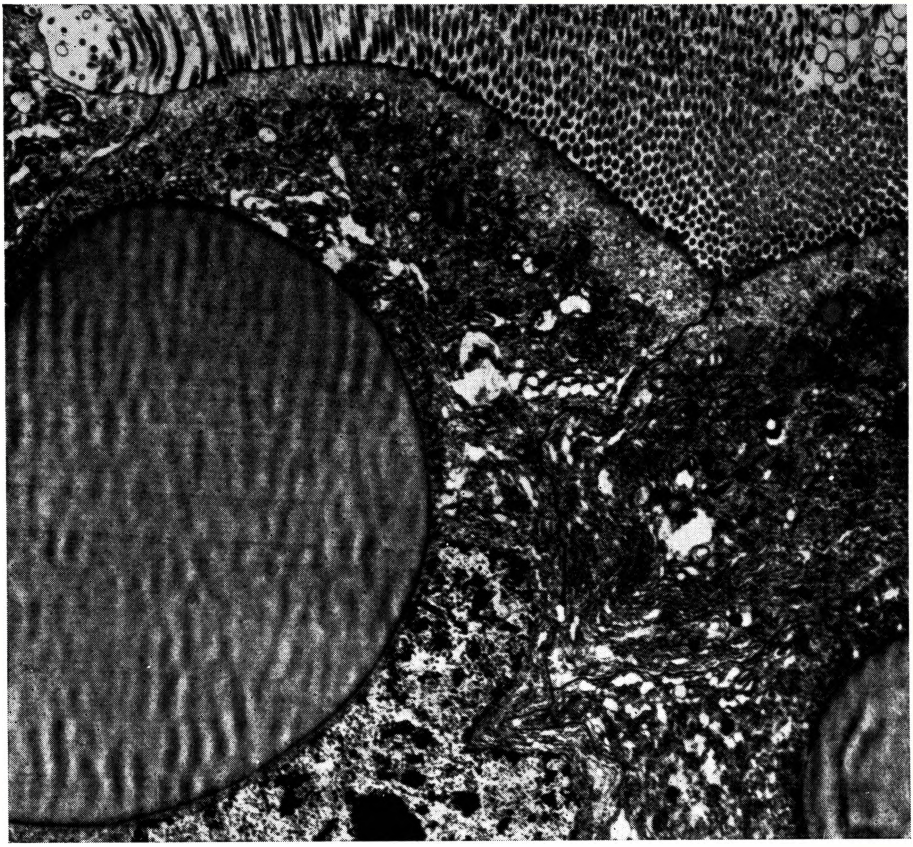


Рис. 3. Участок кишечного эпителия Cyclops strenuus с экскреторной конкрецией. 30 000×

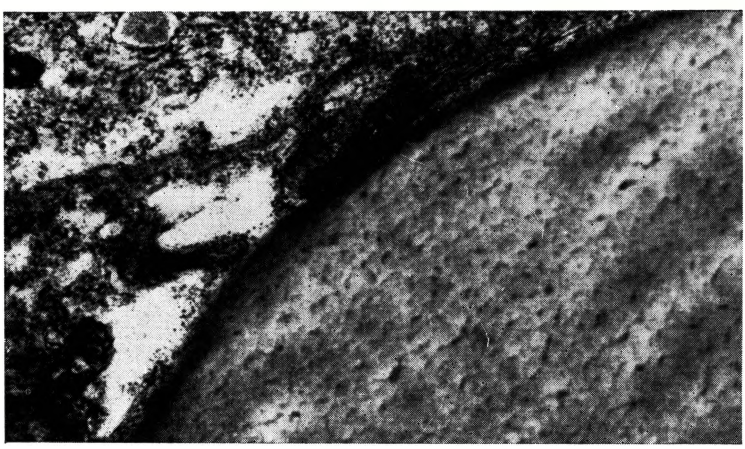


Рис. 4. Часть экскреторной конкреции в эпителиальной клетке желудка C. strenuus. 150 000×