

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
(Россельхозакадемия)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА
(ГНУ ВНИИР)

МЕЖВЕДОМСТВЕННАЯ ИХТИОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
(МИК)

**АКВАКУЛЬТУРА
И ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
посвященной 60-летию Московской
рыбоводно-мелиоративной опытной станции и
25-летию её реорганизации в ГНУ ВНИИР**

ТОМ 1

Москва – 2005

УДК 639.3/6

ББК 47.2

Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию её реорганизации в ГНУ ВНИИР. Сборник научных трудов. Т.1. – Москва, 11-13 апреля 2005 г. /ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства – Москва, 2005 г. – 403 с.

Оргкомитет конференции: Серветник Г.Е., Шульгина Н.К., Новоженин Н.П., Шишанова Е.И., Львов Ю.Б., Ананьев В.И., Клушин А.А., Лабенец А.В.

Ответственный за выпуск: Серветник Г.Е.

Все статьи приведены в авторской редакции

6. Мацкявичене Г.И. Некоторые особенности обмена веществ у широкопалого рака: Сб. Научн.тр./Ин-т Зоол. и Паразитол.АН ЛитССР, 1979.- с.85-120
7. Стребкова Т.П. Методика исследования крови рыб: раздел в Методика морфо-физиологических и биохимических исследований.- М.: Изд-во ВНИРО, 1972.- 19-28 стр.
8. Супрунович А.В. Плодовитость длиннопалого рака Днестровского лимана и особенности ее изменения.- Автореф. канд. дисс. – Киев, 1976.-22 с.
9. Тамкявичене Е.А. Некоторые количественные закономерности питания широкопалого рака: Сб. Научн.тр./Ин-т Зоол. и Паразитол.АН ЛитССР, 1979.- с.67-76.
10. Черкашина Н.Я., Коломейцева Е.Н., Карпенко В.Н. К качеству самок и самцов длиннопалого кубанского рака *Astacus leptodactylus subanicus* Vir. et Win.: Сб. научн. тр. /ГосНИОРХ.- Вып. 300.- 1989.- С. 49-55.
11. Тодоров И.. Клинические лабораторные исследования в педиатрии - София, Гос. Издат. «Медицина и физкультура», 1968.- 1064 с.
12. Яржомбек Ф.Ф., Лиманский В.В., Щербина Т.В. и др. Справочник по физиологии рыб.- М: Агропромиздат, 1986.-192 с.
13. Jussila, J, Paganini, M, Mansefield, S, & Evans, L.H. On physiological responses, hemolymph glucose, total hemocyte count and dehydration of marron (*Cherax tenuimanus*) to handling and transportation under simulated conditions / Freshwater Crayfish 12, 1999 - P.154-167.
14. Söderhäll K., Johansson V.W. and Smith V.J. Internal defence mechanisms //Freshwater crayfish: biology, management and exploitation, 1988. – P. 213-238.
15. Starobogatov, Ya. I. Taxonomy and geographical distribution of crayfishes of Asia and East Europe (*Crustacea Decapoda Astacoidei*). Russian Journal of *Artropoda* Research. *Arthropoda Selecta*.- 1995. – V. 4.- NOS. 3 – 4.- P. 3-25.

УДК 595.384.16

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ХВОСТОВОГО ВЕЕРА У РЕЧНЫХ РАКОВ СЕМЕЙСТВА ASTACIDAE

Борисов Р.Р.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия

Summary

THE PROCESS OF THE TAIL FAN FORMATION IN FRESHWATER CRAYFISHES OF THE FAMILY ASTACIDAE

Borisov R.R.

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow

The process of the tail fan formation in several freshwater crayfish species is described in the report. The formation process and morphology of the tail fan was found to be alike for all the investigated species of the family Astacidae, but the form of

the telson of *Procambarus clarkii* larvae (family Cambaridae) differs significantly in a number of respects.

Development of the uropods starts long before hatching and proceeds inside the telson during the first two larval stages in crayfishes of the family Astacidae. The presence of the telson thread is considered to be an important adaptation that provides maternal care for early postembryonic stages.

Введение

Хвостовой веер у речных раков образуют тельсон и пара уропод (рис. 1.А), его площадь увеличивают оперенные щетинки, расположенные на *дистальных* частях тельсона и уропод. Хвостовой веер используется раками как гребная лопасть при движении назад, а при хождении и лазаньи по водной растительности - как балансир и руль, его положение также влияет на токи воды в норе. На хвостовом веере, помимо оперенных щетинок, увеличивающих его площадь, имеются механо-чувствительные щетинки, в том числе регистрирующие малейшие токи воды (Douglass, Wilkens, 1998), и даже каудальный фоторецептор, способный отличить свет от тьмы (Shuranova, Vurmistrow, 1991).

У речных раков, пожалуй, сильнее, чем у всех других ракообразных, выражена забота о потомстве, и в этом хвостовой веер также играет важную роль. У самки он участвует в формировании выводковой камеры, а только что вылупившиеся рачки остаются связаны с самкой благодаря так называемой “гиалиновой нити” (Цукерзис, 1989) или “нити тельсона” (Price, Payne, 1984). Нить тельсона, образованная внутренней эмбриональной оболочкой (Price, Payne, 1984, Scholtz, 1995), тянется от хвостовой лопасти, имеющей округлую форму и несущей внутри себя зачатки тельсона и уропод, до стебелька яйца. Нить тельсона имеется у всех трех семейств речных раков (Astacidae, Cambaridae и Parastacidae) и отсутствует у всех других видов декапод (Holdich, 2001).

Я. М. Цукерзис (Цукерзис, 1989) предлагает называть молодого рака от момента вылупления до первой линьки личинкой 1-ой стадии, от первой линьки до второй - личинкой 2-ой стадии и т.д., а после пятой линьки, которая происходит в конце лета - сеголетком. Первые три постэмбриональные стадии хорошо различаются по внешнему виду хвостового веера (наличию щетинок и уропод). Поэтому, например, К. Яманака с соавторами (Ymanaka, *et al.*, 1997) придерживаются мнения, что личинками молодь рачков следует называть до момента появления уропод. По окончании последней личиночной стадии рачок переходит, соответственно, на первую ювенильную стадию. Это мне кажется более обоснованным как с точки зрения морфологии, так и поведения особей (в конце 2-ой стадии рачки начинают покидать самку и переходят к самостоятельной жизни).

Форма тельсона и его развитие у речных раков используется в качестве таксономического признака и при филогенетических построениях (Starobogatov, 1989; Holdich, 2001).

В своей работе мы решили подробно проследить процесс формирования хвостового веера у нескольких видов речных раков, обитающих в средней полосе России, поскольку об этом имеются лишь общие сведения.

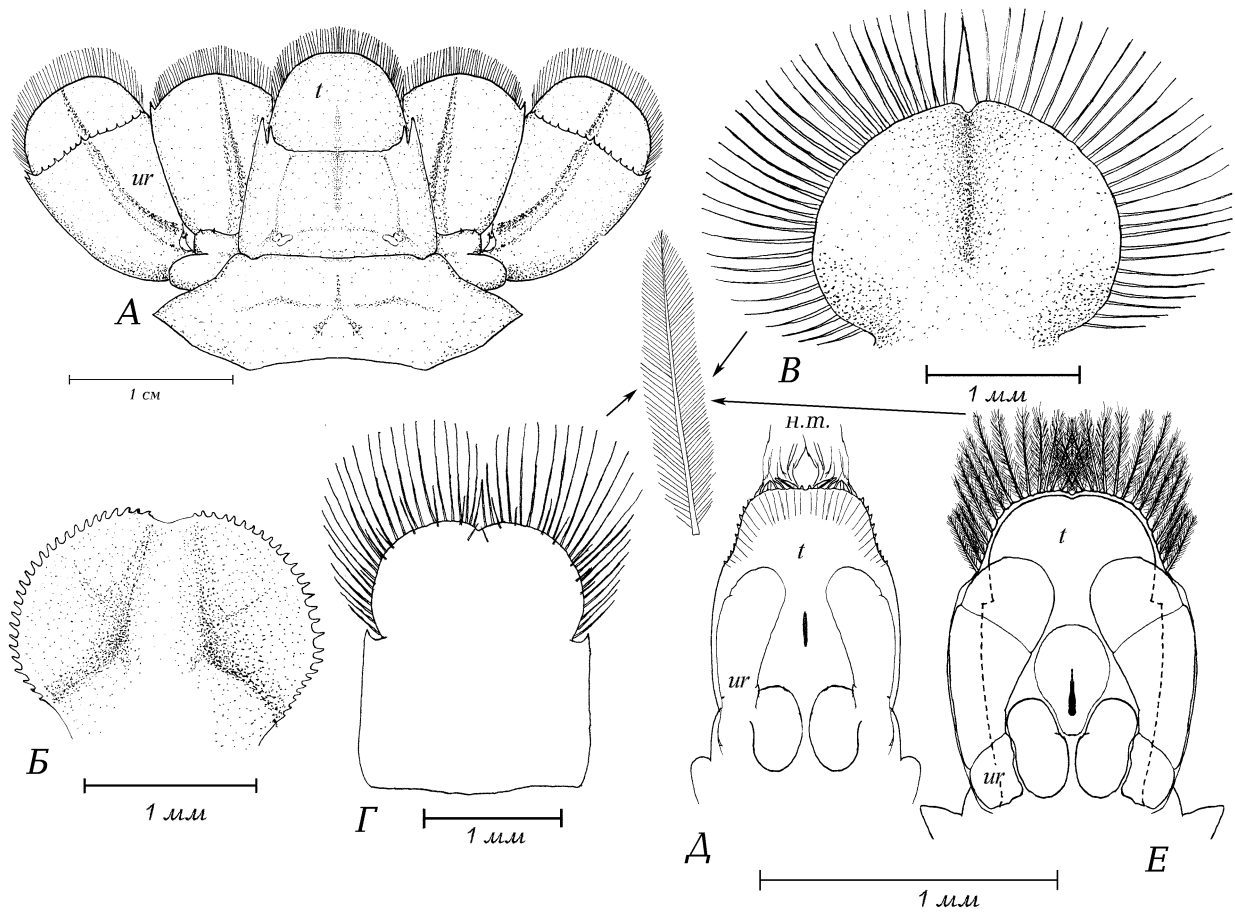


Рис. 1. А- хвостовой веер рака *Pontastacus leptodactylus*; хвостовая лопасть *P. leptodactylus* (вид снизу); Б- личинки 1-ой стадии, В- личинки 2-ой стадии; Г- тельсон 1-ой ювенильной стадии *P. leptodactylus*; хвостовая лопасть *Procambarus clarkii* (вид снизу); Д- личинки 1-ой стадии, Е - личинки 2-ой стадии. *ur* - зачатки уropод; *t* - тельсон; *н.т.* - нить тельсона.

Материалы и методы.

В работе исследована молодь первых постэмбриональных стадий раков семейства *Astacidae* *Pontastacus* sp., отловленных в Вышневолоцком р-не Тверской области из водоемов, расположенных в бассейне р. Мсты (подробнее вопрос видовой принадлежности раков этого региона рассмотрен в работе Е.Н. Александровой и Р.Р. Борисова, 2000); *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), отловленных в Московской области (карьер в бассейне р. Сестры (Солнечногорский р-н) и рыбоводный пруд ВНИИР (п. Воровского)); *Pontastacus salinus* (Normann, 1942) и *Astacus astacus* (L., 1758), отловленных в Псковской области (озера бассейна р. Великая). Была также изучена икра последних стадий зрелости у раков *P. leptodactylus* и *A. astacus*. Дополнительно было исследовано развитие хвостовой лопасти у молоди североамериканского вида раков *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) семейства *Cambaridae* (молодь

этого вида была получена в аквариальной лаборатории воспроизводства ракообразных ВНИРО).

Наиболее подробно процесс формирования хвостового веера изучен у молоди раков из водоемов Тверской и Московской областей. Вылупление и развитие на первых личиночных стадиях у раков, отловленных из одного водоема, происходит практически синхронно, поэтому для своих исследований мы с интервалом около двух суток фиксировали личинок раков, как полученных от одной самки, так и от группы самок, выловленных из одного водоема.

Результаты.

В ходе исследований было установлено, что у всех изученных видов раков семейства Astacidae процесс развития хвостового веера идет сходным образом, а внешний вид хвостовой лопасти на первых постэмбриональных стадиях имеет лишь незначительные отличия (рис. 3.А,Б). Поэтому ниже мы приводим для них общее описание развития хвостовой лопасти.

В последние недели перед вылуплением развитие эмбриона происходит очень интенсивно. За полторы - две недели до вылупления личинки ее будущая хвостовая лопасть имеет вид двух лопастей, разделенных глубоким вырезом (рис. 2.А). А уже примерно за неделю до вылупления, когда эмбрион находится на так называемой стадии "глазка", можно видеть небольшие, едва различимые зачатки уropод в самом основании хвостовой лопасти (рис. 2.Б). В это время их двуветвистое строение еще не выражено. К моменту вылупления они значительно увеличиваются в размерах и приобретают двуветвистое строение (рис. 2.В). Вырез, разделяющий хвостовую лопасть, практически исчезает, а на его месте остается лишь маленькая выемка.

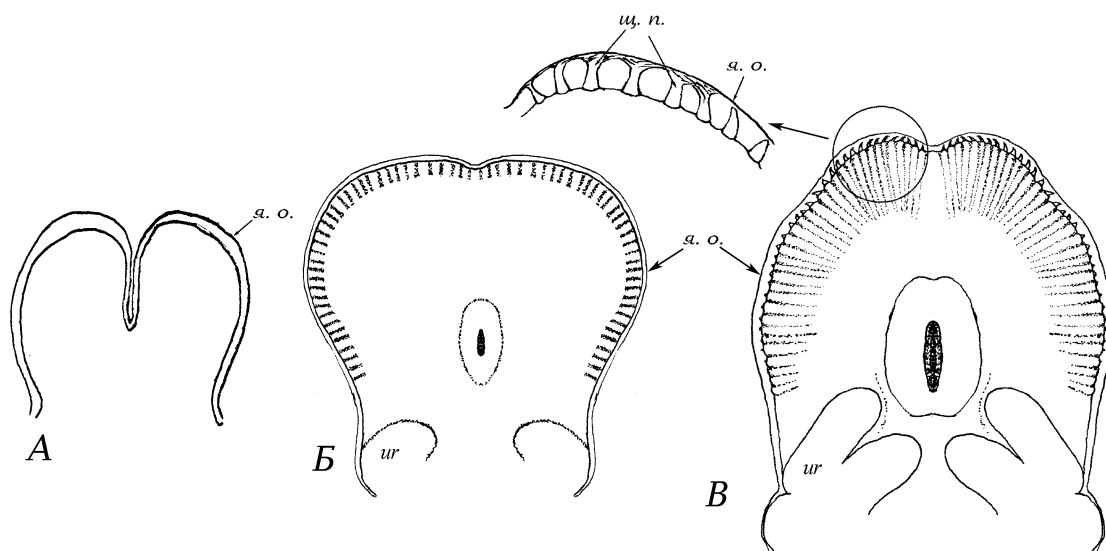


Рис.2. Хвостовая лопасть эмбриона рака *P. leptodactylus* (вид снизу): А - за две недели до вылупления; Б - за неделю до вылупления; В - при вылуплении.

ur - зачатки уropод; *я. о.* - яйцевая оболочка; *щ. п.* - щетиночные предшественники.

Незадолго до вылупления по краю хвостовой лопасти на месте будущих щетинок хорошо видны выросты кутикулы (рис. 2.В) - щетиночные предшественники (Thomas, 1973). Расположенные на вершине щетиночные предшественники (5-8 шт. с каждой стороны от выемки) не оканчиваются заостренной вершиной, как другие, а прирастают к эмбриональной оболочке, плотно облегающей тело зародыша (рис. 2.В). После вылупления рачок повисает на ней, поскольку щетиночные предшественники хвостовой лопасти остаются прикрепленными к ней, а она, в свою очередь, прикрепляется к яйцевым оболочкам. Такая адаптация явилась важным шагом, позволившим речным ракам проявлять заботу о молодых рачках. Только что вылупившийся рачок, по нашим наблюдениям, еще мало подвижен и не может сразу ухватиться специально приспособленными для этой цели клешенками первых переопод за плеоподы самки и остатки яйцевых оболочек. Ему требуется несколько минут на то, чтобы расправились все части тела, за это время он существенно увеличивается в размерах, но, благодаря нити тельсона, он остается на самке, и это дает ему возможность надежно закрепиться на ней. Также как и большая часть других частей тела рачка, хвостовая лопасть на первой стадии лишена щетинок (рис. 1.Б), а имеет только щетиночные предшественники, число которых примерно совпадает с числом оперенных щетинок, появляющихся на 2-ой стадии. Кончики зачатков этих щетинок в конце 1-ой стадии заходят в щетиночные предшественники (рис. 3.А,Б). С нижней стороны хвостовой лопасти хорошо видны небольшие зачатки уropод, а зачаток тельсона занимает всю площадь хвостовой лопасти (рис. 3.А,Б).

Всю 1-ую стадию рачки малоподвижны и висят под брюшком самки, крепко вцепившись в ее плеоподы и остатки яйцевых оболочек. Нить тельсона обрывается через 2-3 дня после вылупления. Самка же совершает ритмичные движения плеоподами, снабжая личинок богатой кислородом водой.

Перелиняв на 2-ую стадию, личинки по соотношению основных частей тела (головогруди и брюшка) становятся похожи на взрослых раков. Хвостовая лопасть остается слитой (рис. 1.В), а по ее краю на месте щетиночных предшественников появляются оперенные щетинки и небольшое число коротких неоперенных, по-видимому, чувствительных щетинок.

Всю 2-ую стадию внутри оболочки единой хвостовой лопасти продолжается развитие уropод и тельсона. Уropоды заметно увеличиваются в размерах и приобретают четкие очертания (рис. 3.В,Г). Они занимают относительно немного места и находятся в неестественном положении, особенно внутренняя ветвь, лежащая почти параллельно стерниту брюшка и имеющая несколько крупных складок. Уже через несколько дней после первой линьки на уropодах становятся заметны формирующиеся щетинки (рис. 3.Г).

Спустя два - четыре дня после первой линьки тельсон также начинает изменять свою форму. Постепенно в основании хвостовой лопасти он отходит от ее края, все больше приобретая очертания, характерные для взрослых особей (рис. 3.Г). Вскоре в его верхней части можно различить формирующиеся щетинки, а незадолго до второй линьки он уже имеет форму, характерную для 3-ей стадии.

После второй линьки у рачка, наконец, появляется хвостовой веер. Он полностью сформирован, хотя тельсон еще отличается от тельсона взрослого рака по форме и имеет характерную выемку на вершине (рис. 1.Г). После появления хвостового веера личинка становится очень похожа на взрослого рака, и при определении ювенильных стадий следует обращать внимание, в первую очередь, на развитие наружных половых признаков у самцов и количество члеников в ветвях первых антенн (Борисов, 1999).

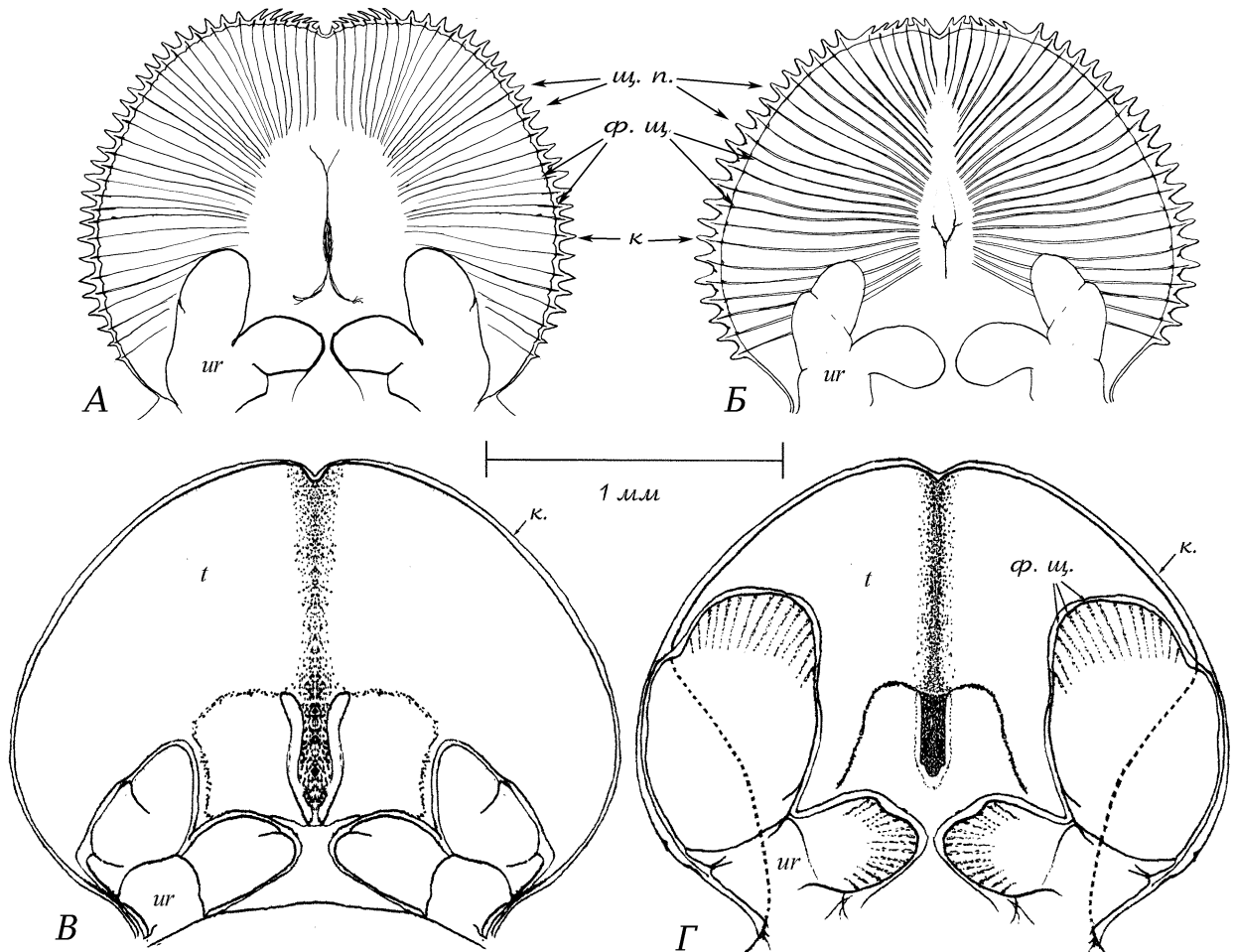


Рис.3. Хвостовые лопасти личинок раков (вид снизу): А - *P. leptodactylus* (1-ая стадия); Б - *A. astacus* (1-ая стадия); В - *P. leptodactylus* (начало 2-ой стадии); Г - *P. leptodactylus* (конец 2-ой стадии). На рисунках В и Г не отображены перистые щетинки, расположенные по краю хвостовой лопасти.
ur - зачатки уropод; *t* - тельсон; *ш. п.* - щетиночные предшественники; *к.* - кутикула; *ф. ш.* - формирующиеся щетинки.

Хвостовой веер у молоди раков *P. clarkii*, также как и у изученных нами видов семейства Astacidae, появляется после второй линьки. Развитие тельсона и уropод на первых двух личиночных стадиях происходит внутри единой хвостовой лопасти (рис. 1.Д,Е), а у личинок 1-ой стадии имеется "нить" тельсона. Внешний вид хвостовой лопасти и развивающихся внутри нее зачатков уropод и тельсона на 2-ой стадии заметно отличался как формой, так и

расположением щетинок по краю хвостовой лопасти (рис. 1. Д,Е) от раков семейства Astacidae. Зачатки уropод на 1-ой личиночной стадии у *P. clarkii* крупнее, а форма хвостовой лопасти более вытянутая, щетинки по краю хвостовой лопасти на 2-ой личиночной стадии расположены лишь в ее терминальной части.

Проводя сравнение полученных нами и другими исследователями данных о постэмбриональном развитии личинок видов речных раков, обитающих в северном полушарии: *Astropotamobius pallipes* (Thomas, 1973), *Cambaroides japonicus* (Ymanaka et al., 1997; Scholz, Kawai, 1999), *Orconectes neglectus chaenodactylus* (Price, Payne, 1984), *Pacifastacus leniusculus trowbridgii* (Ymanaka et al., 1994), можно сделать вывод, что хотя они, в целом, и имеют сходное постэмбриональное развитие, однако раки, принадлежащие к разным семействам, могут иметь значительные отличия, как в форме хвостовой лопасти на личиночных стадиях, так и в ее развитии, выражающиеся в увеличении количества личиночных стадий. Так, если *P. leptodactylus*, *P. salinus*, *P. sp.*, *A. astacus*, *A. pallipes*, *P. l. trowbridgii* имеют две личиночные стадии, то личинки *C. japonicus* выходят из икринок менее развитыми, имеют одну дополнительную постэмбриональную стадию, на которой они лишены большинства щетинок и, неотлучно находясь на самке, питаются запасами желтка (Ymanaka et al., 1997), а личинки *O. n. chaenodactylus* становятся независимыми от самки на 4-ой стадии (Price, Payne, 1984).

Выводы.

Формирование хвостового веера у всех исследованных нами раков семейства Astacidae происходит сходным образом.

Формирование уropод начинается задолго до вылупления рака из яйца и продолжается в течение 1 и 2-ой личиночных стадий внутри единой хвостовой лопасти.

Форма хвостовой лопасти и формирующихся тельсона и уropод у личинок рака *P. clarkii* семейства Cambaridae имеет ряд заметных отличий от раков семейства Astacidae, что подтверждает их систематическую удаленность друг от друга.

Наличие нити тельсона является важным приспособлением, обеспечивающим у речных раков заботу о потомстве на первых постэмбриональных стадиях.

Литература.

Александрова Е.Н., Борисов Р.Р. Морфометрический и таксономический анализ длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* (Esch.) из водоемов Валдайской возвышенности, Верхней и Средней Волги в связи с выбором исходного материала для селекционной и племенной работы // Рыбн. хоз-во. ВНИЭРХ. Сер. Аквакультура: Информационный пакет. 2000. Вып.2. С. 4-29.

Борисов Р.Р. Определение стадий развития и пола у личинок длиннопалого рака в первое лето жизни // Рыбн. хоз-во. ВНИЭРХ. Сер. Аквакультура: Информационный пакет. 1999. Вып. 2. С.18-31.

Цукерзис Я. М. Речные раки. Вильнюс: Мокслас. 1989. 143 с.

Douglass, J. K., Wilkens, L. A. Directional selecties of near-field filiform hair

mechanoreceptors on the crayfish tailfan (Crustacea: Decapoda). *Journal of Comparative Physiology A*, 1998. 183, P. 23-34.

Holdich, D. M., (ed.) *Biology freshwater crayfish*. Blackwell Science, Oxford. 2001. 720 p.

Price J.O., Payne J.F., Postembryonic to adult growth and development in the crayfish *Orconectes neglectus chaenodactylus* Williams 1952, (Decapoda, Astacidea) // *Crustaceana*. 1984.V. 46 (2). P. 176-194.

Scholtz G. The attachment of the young in the New Zealand freshwater crayfish *Paranephrops zelandicus* (White, 1847) (Decapoda, Astacida, Parastacidae) // *New Zealand Natural Sciences*, 22, P. 81-89.

Scholz G., Kawai T. The post-embryonic development of *Cambaroides japonicus* and its bearing on crayfish phylogenetics // 12-th International Symposium International Association of Astacology (abstracts), August 3-9, 1998. Augsburg/Germany. 1998. P.66.

Shuranova Zh. Byrmistrow Yu. M. EMG-reaction caused in crayfish by low-intensive illumination of the caudal photoreceptor // Простые нервные системы: Тезисы Региональной конференции Международного о-ва нейробиол. беспозвоночных Минск, 23-26 апр. 1991, -М. 1991.С. 88.

Starobogatov Ya.I. Taxonomy and geographical distribution of crayfishes of Asia and East Europe (*Crustacea Decapoda Astacoidei*) // *Russian Journal of Arthropoda Research. Arthropoda Selecta* V. 3 / 4. Moscow. 1995. P. 3-25.

Ymanaka K., Kuwabara R., Shio T. Larval development of a Japanese crayfish, *Cambaroides japonicus* (De Haan) // *Bulletin of Marine science*. 1997. V. 61(1). P. 165-175.

Ymanaka K., Wakabayashi H., Kuwabara R. Larval stages of *Pacifastacus trowbridgii* (Stimpson). Summary of the 28th Annual Meeting of the Carcinological Society of Japan. 1994. 35 p. (in Japanese). Цит. по Ymanaka, Kuwabara, Shio, 1997.

УДК 595.384.16

КАНИБАЛИЗМ МОЛОДИ ДЛИННОПАЛОГО РАКА (*Pontastacus leptodactylus*) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ТИПОВ СУБСТРАТОВ

Борисов Р.Р., Тертицкая А. Г.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва

SUMMARY

CANNIBALISTIC BEHAVIOR OF THE CRAYFISH (*PONTASTACUS LEPTODACTYLUS*) JUVENILES REARED ON VARIOUS SUBSTRATES

Borisov R.R., Tertitskaya A.G.

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
Survival and walking legs injuries of the narrow-clawed crayfish juveniles reared on various substrates were investigated. The following types of substrates were used: common bricks with holes, pebble stones together with *Dreissena* shells, and the skeins of plastic thread. Crayfish juveniles reared on skeins of plastic thread had the highest