

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

---

**РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОЕМОВ  
КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ  
ЧАСТЬ II**

---

---

Москва 2001

**УДК 639.3**

**ББК 47.2**

**Р 93**

**Редакционная коллегия:**

Директор ВНИИР, канд.с.-х. наук **Г.Е. Серветник** (ответственный редактор);  
зав. отделом, канд. биолог. наук **Н.П. Новоженин** (ответственный редактор);  
зав. лабораторией, канд. биолог. наук **Е.Н. Александрова**; зав. лабораторией,  
д-р. биолог. наук **Н.И. Маслова**; зав. лабораторией, д-р биолог. наук  
**А.М. Наумова**; зав. лабораторией, канд. с.-х. наук **Ю.М. Субботина**;  
канд. биолог. наук, вед. науч. сотрудник **А.С. Куликов**; ученый секретарь  
**Е.И. Шишанова** (ответственный секретарь).

**Ответственные за выпуск** – заместитель руководителя Департамента  
животноводства и племенного дела Минсельхоза России, канд. с.-х. наук  
**Х.А. Амерханов** (тел. 208-79-02); директор ВНИИР, канд. с.-х. наук  
**Г.Е. Серветник** (тел. 8-251-3-75-88).

**Р 93 Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения.** – М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2001 – Ч. II – 192 с.

**ISBN 5-73367-0279-7**

Сборник подготовлен специалистами Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства (ВНИИР) Российской академии сельскохозяйственных наук. Материалы одобрены и утверждены на ученых советах ВНИИР, экспертной комиссии бюро Отделения зоотехнии Россельхозакадемии, секции рыбоводства и рыболовства НТС Минсельхоза России (протокол № 22 от 30 августа 2000 г.).

Сборник состоит из двух частей. Даны нормативно-технологические документы по рыбохозяйственному освоению водоемов комплексного назначения (I часть), приведены основные результаты научных исследований в области разработки ресурсосберегающих технологий рыбоводства в агрогидробиоценозах (II часть).

Предназначен для специалистов в области сельскохозяйственного рыбоводства и ихтиологии, студентов высших учебных заведений сельскохозяйственного и биологического профиля.

УДК 639.3

ББК 47.2

**ISBN 5-73367-0279-7**

© Составление ВНИИР.

© Оригинал-макет ФГНУ "Росинформагротех", 2001

Volga and Msta rivers. Международное Региональное совещание астакологов IAA Regional Meeting (Abstract of Papers). — Astrakhan /Астрахань, 2-6 авг., 1999. P.24

37. **Askefors. H.** Промысел и культивирование раков в Европе //World Aquaculture, 1998, v. 29, № 2, p. 18-24, 64-67.

38. **Huner J.** Farming freshwater crayfish in Finland – Fish. Farming Internat. — 1995. — N 3. — P. 34-35.

39. **Keller M.** Finding a profitable population density in rearing summerling of european crayfish *Astacus astacus* L.//.// Papers from the 7 th Simposium International Association of Astacology, Lausanne, Switzerland 3-5 August, 1989. — PP. 363-367.

40. **Köksal, G.** 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. // Freshwater Crayfish VI / London & Sydney, Portland, Oregon, 1986. — PP. 365-400.

## **ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛИННОПАЛОГО РАКА В ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

***Р. Р. Борисов (биологический ф-т МГУ, ВНИИР)***

При выращивании и осуществлении технологических операций с молодью речного рака важно иметь представление о процессе формирования всех основных жизненно важных систем животного. Личинки рака при своем развитии нуждаются в большом количестве кислорода. Но несмотря на то, что речной рак является классическим объектом лабораторных исследований, строение его жаберной полости изучено еще недостаточно подробно, а сведения о процессе ее формирования в литературе практически отсутствуют.

### **Строение дыхательного аппарата у личинок первой стадии**

На первой стадии развития личинки остаются на самке. В это время они удерживаются за щетинки ее плеопод и остатки яйцевых оболочек клешнями первых трех пар переопод (ходильных ног), а первые несколько дней после вылупления они связаны с самкой еще и за счет гиалиновой нити, которая тянется от хвостовой лопасти личинки до стебелька яйца. Вплоть до первой линьки личинки малоподвижны и питаются исключительно за счет запасов желтка, расположенного в головогрудь. Они заметно отличаются от взрослых раков: головогрудь непропорционально большая по сравнению с маленьким брюшком, рostrum загнут вниз, первые три пары пе-

реопод специализированы для прикрепления к щетинкам плеопод самки и яйцевым оболочкам, бросается в глаза и почти полное отсутствие щетинок на конечностях и теле рачков, на их месте расположены кутикулярные шипики, так называемые щетиночные предшественники [3] (рис. 1), а почти все имеющиеся на конечностях и теле рачка щетинки так или иначе связаны с выполнением дыхательной функции.

У личинок первой стадии ток воды через жаберную полость, так же, как и у взрослых особей, создается за счет колебательных движений скафогнатита, расположенного на максилле второй. Скафогнатит несет по своему краю кайму щетинок (на этой стадии их 80-90 шт.). Он движется в специальной камере, напоминающей по форме трубу, повторяющую изгиб цервикальной борозды, и образованной сверху и с одного бока стенкой



Рис. 1. Максилла вторая рачка первой стадии:

1 – скафогнатит; 2 – щетиночные предшественники; 3 – щупик максиллы

тела, а с другого бока — бранхиостегитом, снизу ее уже на первой стадии образуют эпиподит максиллипеды первой и базальный членик ее экзоподита, несущий по наружному краю ряд щетинок (14-19 шт.). Дополнительно в формировании полости скафогнатита участвуют щупик максиллипеды первой, базальные части щупиков максиллы первой и второй и щетинки, расположенные в верхней части основания максиллы первой, и на первой стадии несущие единичные щетинки.

На первой стадии в бранхиальной полости присутствуют все жабры (рис. 2): шесть подобранхив, одиннадцать артробранхив, один нормально развитый плевробранхий, а также редуцированные плевробранхии, которые, как и у взрослых раков, имеют вид отдельных жаберных лепестков.

Бранхиостегит на внутренней стороне имеет многочисленные щетинки, которые обеспечивают сохранение пространства между жаберными нитями и его внутренней поверхностью, что способствует лучшему омыванию жабр водой. Кроме того, по краю бранхио-

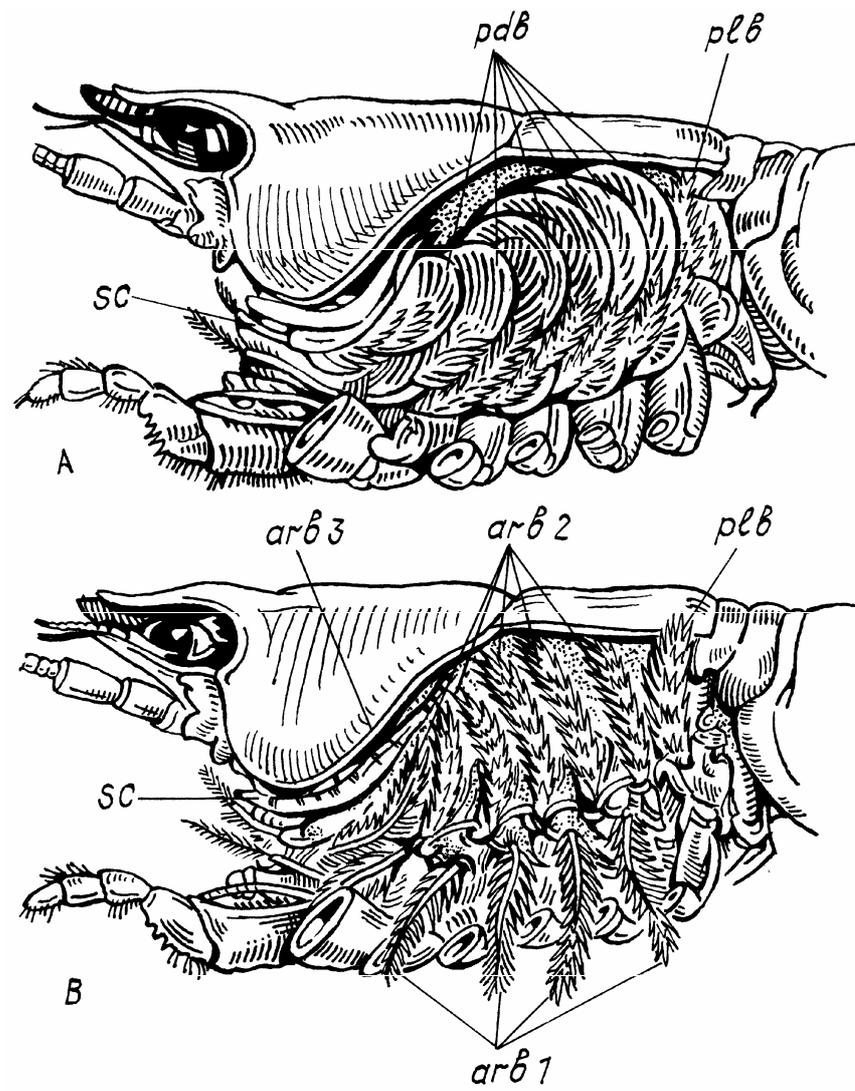


Рис. 2. Жаберная полость речного рака (по Гексли [1]):  
 А – удален бранхиостегит; В – удален бранхиостегит, подобранхии и наружные артробранхии отогнуты вниз; *pdb* – подобранхии; *plb* – плевробранхии; *sc* – скафогнатит; *arb1* – наружные артробранхии; *arb2* – внутренние артробранхии; *arb3* – единственный артроbranchий тхрIII.

стегита расположен ряд щетинок, которые вместе с щетинками на хитиновых пластинках в основании подборанхий предохраняют жаберную полость от попадания в нее посторонних частиц.

Несмотря на то, что сразу после вылупления личинок дыхательная система начинает функционировать, некоторые элементы жаберной полости еще недоразвиты, а некоторые вообще отсутствуют.

На первой стадии у личинок отсутствуют так называемые “жаберные нити”. У взрослых особей они отходят от протоподитов переопод и третьих максиллипед в виде пучков длинных нитевидных щетинок, которые окутывают жаберные ветви (рис. 3) [1]. На заднем конце скафогапатита у личинок первой стадии так же отсутствуют характерные длинные щетинки, которые у взрослых раков несут на своей поверхности большое число вторичных чешуек. Можно предположить, что жаберные нити и длинные щетинки скафогапатита принимают участие в чистке жабр, как это показано для аналогичных структур у пресноводных креветок семейства *Atyidae* [2].

Отсутствие у личинок первой стадии рецепторных органов, таких как статоцист, чувствительных щетинок на ходильных и ротовых конечностях, говорит о том, что на этой стадии личинки не способны к самостоятельным действиям и полностью зависят от самки и питательных веществ, находящихся в головогруди.

Эпиподиальные листки хорошо выражены на первой стадии и принимают активное участие в формировании токов воды в жаберной полости, но развиты не полностью и отличаются от эпиподи-

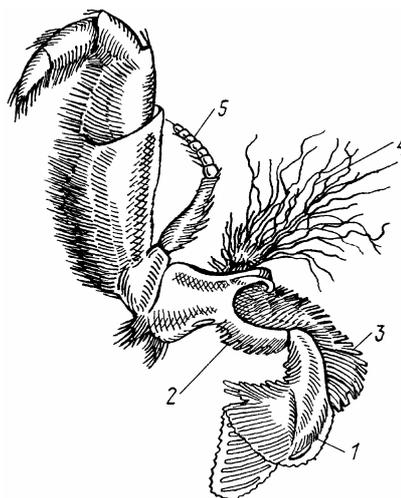


Рис. 3. Третья максиллипеда речного рака (по Гексли[1]):

1 – листок эпиподита; 2 – хитиновая пластинка эпиподита; 3 – жаберные лепестки подборанхия; 4 – жаберные нити; 5 – экзоподит

альных листков у взрослых особей. Эпиподиальные листки на первой стадии не имеют складок, так характерных для эпиподитов взрослых раков, они заметно меньше изогнуты (рис. 4 а,б), что несколько меняет вид жаберной полости. Хуже других развит эпиподиальный листок четвертой пары переопод (рис. 4 б). Плевробранхии стволами срастаются с эпиподиальными листками (см. рис. 3), но на первой стадии они прирастают лишь на 55-70% общей длины эпиподиального листка, тогда как у взрослых раков на — 75-85%.

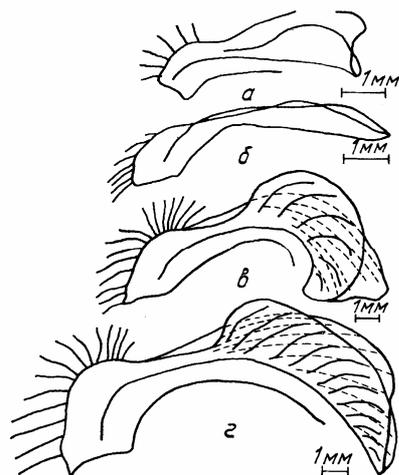


Рис. 4. Эпиподиальные листки после удаления жаберных листков подобранхиев:

а — третьей максиллопеды рачка первой стадии; б — четвертой переоподы рачка первой стадии; в — третьей максиллопеды рака в возрасте 15 месяцев; г — четвертой переоподы рака в возрасте 15 месяцев.

Хотя у личинки на первой стадии имеются все жабры, они менее развиты, чем у взрослых особей. Это выражается в числе и расположении жаберных лепестков, отходящих от главного ствола жабры. У рака в возрасте двух лет жабры одной жаберной камеры в общей сложности несут 3500-4500, а у рачка первой стадии только 350-400 жаберных лепестков. Естественно, небольшое число жаберных лепестков на отдельной жабре (плевробранхии несут в среднем 25-35, а артробранхии, за исключением единственного артробранхия максиллопеды второй, 16-19 жаберных лепестков) отражается на форме жабр. Из-за небольшого числа жаберных лепестков жабры не могут иметь ту объемную, создаваемую большим числом жаберных лепестков, форму, какую они имеют у взрослых раков. Хотя и имеющиеся жаберные лепестки располагаются так, будто намечают форму жабр взрослой особи. Например, у взрослого рака внутренний артробранхий на поперечном срезе имеет треугольную форму (рис. 6 б), а у личинки первой стадии лепестки внутреннего артробранхия располагаются в три ряда, как бы намечая вершины

будущего треугольника (рис. 5 б). Таким образом, форма и взаимное расположение жабр относительно друг друга с небольшими поправками соответствует таковому у взрослых особей. Исключение составляет плевробранхий, несущий на этой стадии лишь 4-6 хаотично расположенных зачатка будущих жаберных лепестков (рис. 5 в).

#### Развитие элементов дыхательного аппарата

Как и у других животных, обладающих наружным хитиновым скелетом, у речного рака изменение формы и числа различных морфологических элементов возможно только в результате линьки животного. Это относится и к жаберной полости, которая имеет тонкую хитиновую выстилку. В большинстве случаев эти изменения элементов жаберной полости небольшие. Во время линек происходят изменение формы пластинок эпиподитов и жабр, увеличение числа таких элементов, как жаберные лепестки, а также щетинки, расположенные на разных частях жаберной полости.

К радикальным изменениям можно отнести появление после первой линьки жаберных нитей и длинных щетинок на заднем конце скафогнатита. Число жаберных нитей и щетинок на заднем конце скафогнатита в дальнейшем будет увеличиваться после каждой следующей линьки.

Некоторое изменение внешнего вида жаберной полости происходит за счет того, что после каждой следующей линьки листки эпиподитов изгибаются все больше и больше (рис. 4), что приводит к изгибанию и сегментов, на которые они делят жаберную полость,

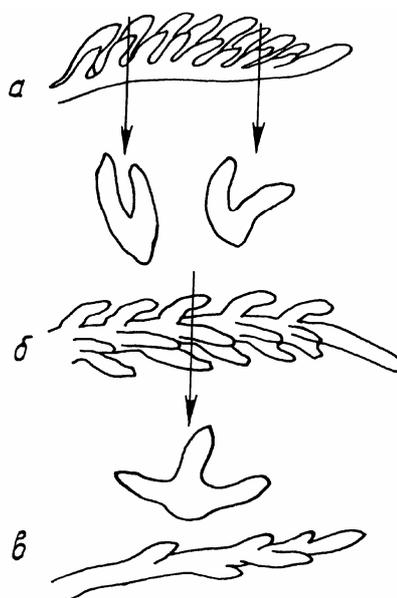


Рис. 5. Наружный (а) и внутренний (б) артробранхии рачка первой стадии и их сечения; плевробранхий (в)

кроме того они своими концами все глубже вкладываются друг в друга. Форму, характерную для взрослых особей, жаберная полость приобретает на пятой стадии.

Первые складки на листках эпиподитов появляются после второй линьки на всех листках, кроме листка четвертой пары переопод, на котором они появляются после четвертой или пятой линьки. Окончательное число складок на эпиподитах формируется после седьмой — восьмой линьки, то есть весной будущего года (рис. 4 в, г).

Увеличение числа жаберных лепестков за счет небольшого количества новых, сначала меньших по размеру, происходит после второй линьки. После третьей линьки их становится уже значительно больше. После каждой следующей линьки число жаберных лепестков увеличивается. По мере увеличения числа жаберных лепестков жабры постепенно приобретают форму, характерную для взрослых особей (рис. 6).

После второй линьки на плевробранхии появляются нормальные жаберные лепестки и они приобретают уплощенную форму. Только после четвертой линьки, наконец, происходит увеличение числа жаберных лепестков на артробранхии максиллипод вторых (ранее число их было небольшим (5-7 шт.), а главное, они располагались на стволе в один ряд).

После седьмой-восьмой линьки жабры приобретают форму, характерную для взрослой особи.

### Выводы

Дыхательная система начинает функционировать сразу после вылупления личинок из икринок.

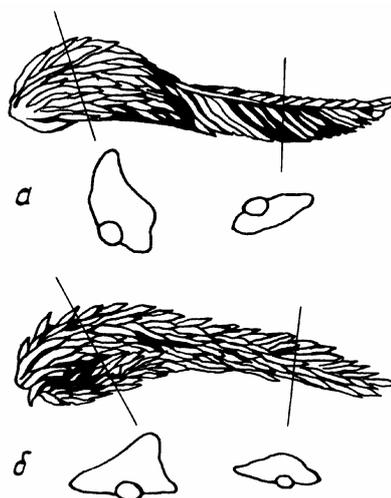


Рис. 6. Наружный (а) и внутренний (б) артробранхии взрослого рака и их поперечные сечения

Подавляющее большинство щетинок, имеющих на теле и конечностях рачка первой стадии, связаны с выполнением дыхательной функции.

На первой стадии не развиты жаберные нити и длинные щетинки на конце скафогнатита. Они появляются после первой линьки рачка.

Несмотря на некоторые отличия в строении жабр и листков эпиподитов, их взаимное расположение в целом соответствует таковому у взрослых особей.

Окончательное формирование жаберной полости происходит после седьмой — восьмой линьки.

#### Литература

1. Гексли Т. Г. Рак. — М.: 1900. 268 с.
2. Gill-cleaning mechanisms of *Paratya curvirostris* (Caridae: Atyidae) and comparisons with seven species of Japanese atyid shrimps. *Journal of Crustacean Biology*, V.18(Part 2), 1998, 253-270 p.
3. Thomas W. J. The hatching setae of *Astropotamobius pallipes* (Lereboullet) (Decapoda, Astacidae). *Crustaceana*, V. 24(Part 1), 1973, 77-89 p.

---

## ПОЛИКУЛЬТУРА В РЫБОВОДСТВЕ И НОВЫЕ ОБЪЕКТЫ ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА

---

### ЭКОЛОГО-ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОЕМОВ И ПОЛИКУЛЬТУРА РЫБ

*Н. И. Маслова, Г. Е. Серветник, А. Б. Петрушин (ВНИИР)*

Территория России характеризуется большим разнообразием почвенно-климатических и погодных условий, а производство сельскохозяйственной продукции в ее основных земледельческих зонах существенно усложняется недостатком тепла и влаги. Кроме того, из 213 млн га сельскохозяйственных угодий около 50 млн га имеют избыточную кислотность, 40 млн га засолены, 38 млн га переувлажнены, заболочены и засорены камнями.