

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Ю.В. Килякова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов

РАКОВОДСТВО

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Оренбург
2017

УДК 581.526.3(075.8)

ББК 28.59я73

К 39

Рецензент – доктор биологических наук, профессор С.М. Завалеева

Килякова, Ю.В.

К 39 Раководство: учебное пособие / Ю.В. Килякова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 167 с.
ISBN 978-5-7410-1984-9

В учебном пособии рассматриваются вопросы биологии, экологии, систематического положения речных раков, технологии разведения в искусственных водоёмах, а также представлена информация по болезням, способам лова, кормам и кормлению речных раков.

Учебное пособие предназначено для студентов по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура.

УДК 581.526.3(075.8)

ББК 28.59я73

ISBN 978-5-7410-1984-9

© Килякова Ю.В.,
Мирошникова Е.П.,
Аринжанов А.Е. 2017

Содержание

Введение	4
1 Биологические особенности речных раков	8
1.1 Систематическое положение.....	8
1.2 Покровы тела, внешнее строение	17
1.3 Внутреннее строение	25
1.4 Образ жизни, экология.....	54
2 Культивирование речных раков.....	64
2.1 Хозяйства и методы культивирования.....	64
2.2 Формирование маточного стада речного рака	65
2.3 Подготовка и проведение инкубации речных раков в управляемой среде.....	76
2.4 Подращивание личинок речных раков в управляемой среде	93
2.5 Подготовка, проведение нереста и подращивание личинок речных раков в прудах	106
2.6 Выращивание молоди речных раков в прудах	112
2.7 Зимовка речных раков	127
2.8 Интенсификация роста речных раков	130
2.9 Корма для речных раков.....	133
3 Водоёмы раководного хозяйства, ловля и болезни раков.....	140
3.1 Искусственные водоемы для целей раководства.....	140
3.2 Интродукция раков в новый пруд	146
3.3 Ловля раков	149
3.4 Болезни раков.....	155
Список использованных источников	161

Введение

Речные раки – одни из самых известных и крупных беспозвоночных, обитающих в пресноводных водоемах. Речные раки заселяют водоемы различного типа, способны образовывать популяции с высокой численностью, являются объектом промысла и аквакультуры. Это одни из популярнейших объектов для изучения особенностей физиологии, биологии и поведения у беспозвоночных [27].

Запасы пресноводных раков отнесены к числу ценных продовольственных ресурсов европейских стран (ФАО, Стокгольм, 1984 г.). Мясо пресноводных раков – деликатесный и диетический продукт с оригинальным, приятным вкусом, пищевая ценность которого обусловлена высоким содержанием белка (в сухом веществе мышц до 70 %) при низком содержании жира (2-5,3 %) и разнообразием витаминов и микроэлементов, хорошо усваиваемых организмом человека.

Рынок пищевых продуктов из речных раков сосредоточен в Западной Европе. В гастрономическом отношении в мире ценится широкопалый рак, крупные экземпляры длиннопалого рака из водоемов России, а также другие виды пресноводного рака из водоемов Украины и Турции [3], [9], [10], [14], [15], [20], [22].

В настоящее время остро стоит вопрос сохранения природных популяций речных раков. Для решения этой задачи необходим комплексный подход.

Во-первых, ограничение вылова раков и борьба с браконьерством. В результате интенсивного браконьерского лова многие водоемы России практически утратили промысловое значение.

Во-вторых, прекращение акклиматизации новых видов в природные экосистемы, а также по возможности ограничение распространения уже существующих популяций чужеродных видов.

В-третьих, необходимо обеспечить восстановление и сохранение природной среды обитания речных раков. При отсутствии подходящих условий обитания любые попытки сохранить природные популяции будут бесполезны.

В-четвертых, необходимы точные и современные данные по вопросам вылова, распространения, величины популяций речных раков в водоемах нашей страны.

В-пятых, восстановление природных популяций речных раков невозможно без мероприятий по искусственному воспроизводству, работ по реакклиматизации, пополнению имеющихся популяций, но находящихся в депрессивном состоянии [26], [27].

В культивировании речных раков важное место занимает производство раководной продукции – посадочного материала для вселения в водоемы с целью восстановления промысловых запасов и выращивания в раководных хозяйствах. Привлекательность этой продукции обусловлена несколькими причинами.

Речные раки дают достаточно большие доходы в отличие от других разновидностей ракообразных, но требуют дополнительных усилий при выращивании. Раки имеют ряд общих черт с другими промысловыми ракообразными, это – высокая рыночная цена, быстрый рост особей и быстрая готовность сырья. Речные раки могут выращиваться в поликультуре, в том числе и с рыбами, и являются прекрасными объектами для дополнительного выращивания. Т.к. речной рак имеет широкий спектр питания, есть возможность использования разнообразных кормов (естественно встречающаяся в водоеме пища, растительные отходы, комбикорма). Ракам не требуется кормов с высоким содержанием белка, значит, не требуется дорогих кормов. Возможно применение гранулированных комбикормов полностью из растительных компонентов. Поэтому выращивание речного рака экологически чистое.

Кроме того, экстенсивная технология производства очень проста и низкозатратна. Возможно производство также в интенсивных индустриальных системах.

Речной рак имеет высокую устойчивость к заболеваниям, а также множество характеристик, не имеющих у других пресноводных ракообразных, что дает значительное преимущество для разведения в водоемах, особенно сельскохозяйственных. Потомство раков легко получать и выращивать в неволе.

Подращенную молодь пересаживают в пруды, бассейны и другие рыбоводные емкости.

Речной рак является устойчивым организмом и может жить в широких параметрах окружающей среды. Он подходит для культивирования практически во всех пресноводных хозяйствах: мелких фермерских (копанные пруды, естественные водоемы); в полуинтенсивных и интенсивных системах разведения; в монокультуре, поликультуре или объединенных системах. Успешно используются методы выращивания рака в рисовых чеках и солоноватых водоемах.

Наконец, речной рак может остаться живым без воды, в условиях повышенной влажности в течение нескольких дней. Это позволяет производителям посылать живого рака на отдаленные рынки.

Минусов при производстве речного рака немного, они часто видоспецифичны и связаны со сложившимся стереотипом, а не с действительностью. Один из наиболее обычно встречающихся – недостаток рынков для сбыта.

Недостаток внутренней инфраструктуры – общая мировая проблема для сельского хозяйства. Однако она может иметь меньшее значение для производства речного рака, чем для других гидробионтов, поскольку жизнестойкость рака позволяет использовать низкий уровень технологий и более длительный период транспортировки в живом виде.

Последний минус – недостаточный уровень знаний о заболеваниях речного рака. Эта проблема возникла из-за относительно короткого периода использования в сельском хозяйстве речных раков.

В России из-за отсутствия заинтересованности рыбохозяйственных организаций и государства культивирование речных раков не вышло за рамки исследований, в то время как за рубежом это направление получило широкое внедрение (ведущее место по производству раков занимает США, Китай и Испания). В настоящее время в мире из существующих более 550 разновидностей пресноводного рака коммерчески используются только 10 видов.

Маркетинг речного рака – слабое место. Фактически же это шанс. Развитие старого рынка и новые рынки сбыта – весьма перспективное направление получения прибыли.

Одна из возможностей повышения продуктивности хозяйств, занимающихся выращиванием раков, - поликультура с пресноводными рыбами и зерновыми культурами. Полуинтенсивная технология выращивания речного рака – относительно новое направление. В связи с этим имеется необходимость для совершенствования генофонда, кормов, биотехнологии содержания и разведения.

Производство рака создает дополнительные рабочие места. Дополнительный доход и возможность занятости населения могут также возникать при производстве сопутствующих продуктов, типа хитозанового производства.

Пока еще Россия располагает ресурсами для восстановления запасов речных раков и развития раководства [29], [21], [23], [24].

1 Биологические особенности речных раков

1.1 Систематическое положение

Речные раки занимают следующее систематическое положение [27], [36], [53], [64], [66], [68]:

Царство Животные - Zoa

Подцарство Многоклеточные - Metazoa

Тип Членистоногие - Arthropoda

Подтип Жабродышащие - Branchiata

Класс Ракообразные - Crustacea

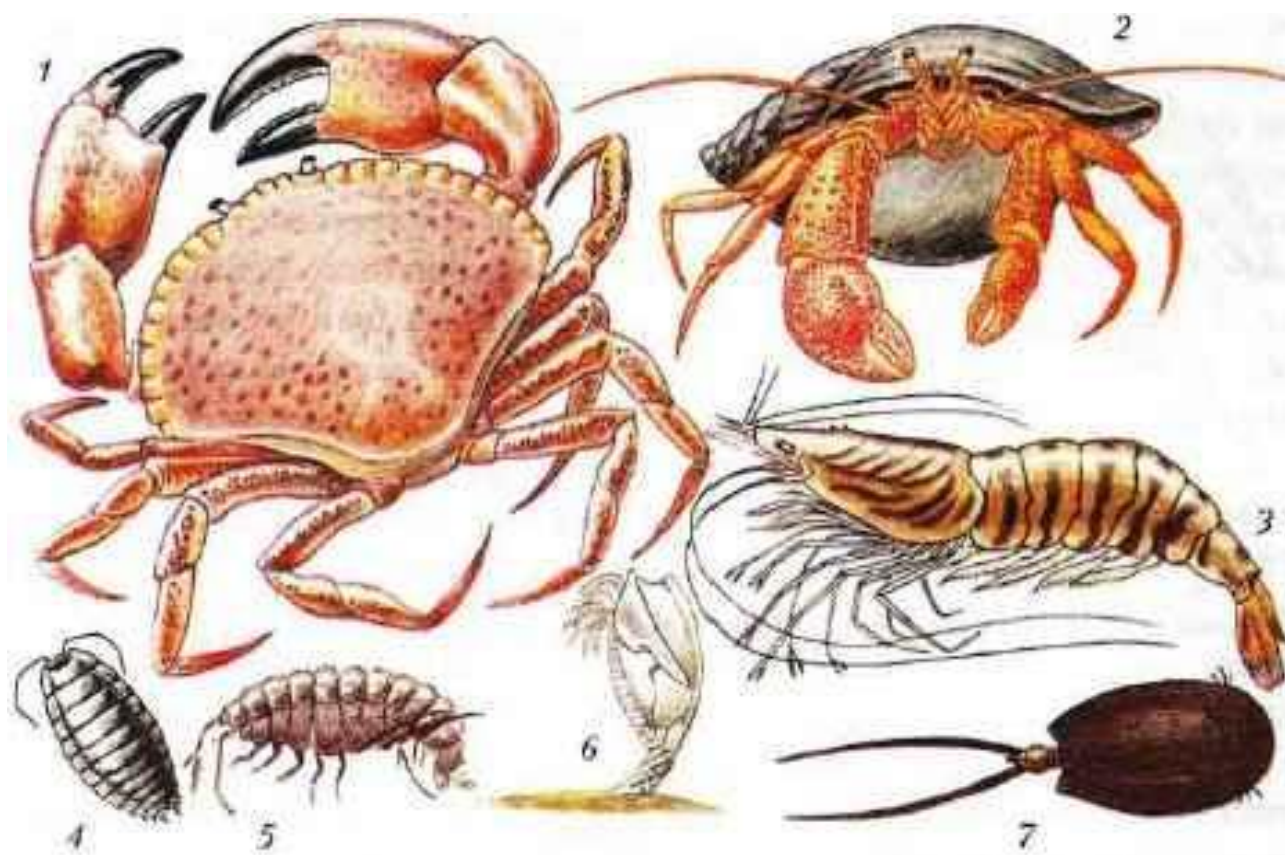
Подкласс Высшие раки - Malacostraca

Отряд Десятиногие - Decapoda

Немногие группы многоклеточных животных приспособились к жизни во всех бесконечно разнообразных водоемах, существующие на нашей Земле — от необозримого океана, глубина которого достигает почти 11 км, до маленьких пересыхающих луж и капиллярных вод, пропитывающих речной и морской песок. В водоемах различны соленость, температура, газовый режим, кислотность и все остальные условия обитания в них живых организмов. Большинство обитает в морской или в пресной воде, на дне или в толще воды, ведет свободный или паразитический образ жизни. Этого никак нельзя сказать о ракообразных.

Ракообразные населяют любые существующие на Земле водоемы, пресноводные и морские, маленькие и большие, живут на дне и в толще воды, проникают в подземные воды, опускаются на предельные глубины Мирового океана. Большинство ракообразных свободно передвигается по дну или в толще воды, но среди них есть и сидяче-прикрепленные виды, например, морские желуди и морские уточки, есть и паразиты, прикрепляющиеся к рыбам и другим водным животным. Водная среда — царство ракообразных, однако некоторые из них

приспособились и к жизни на суше. Таковы общеизвестные мокрицы, некоторые тропические крабы и раки-отшельники (рисунок 1).



1 — краб; 2 — рак-отшельник; 3 — креветка;
4 — мокрица; 5 — бокоплав; 6 — морская уточка; 7 — щитень

Рисунок 1 – Разнообразие ракообразных

Ракообразные играют очень важную роль в экономике природы. Органическое вещество в водоемах создается главным образом за счет жизнедеятельности микроскопических водорослей. Ракообразные поедают эти водоросли и сами, в свою очередь, поедаются рыбами. Они выступают в качестве посредников, делающих создаваемое в водоемах органическое вещество доступным для рыб. С другой стороны, они обеспечивают очищение водоемов, используя в пищу огромные массы погибших водных животных.

Существование почти всех рыб, как морских, так и пресноводных, в значительной степени зависит от ракообразных. Некоторые рыбы, как например сельдь, всю свою жизнь питаются планктонными ракообразными, другие используют их только вскоре после выхода из икринки, а затем переходят на какую-нибудь другую пищу. Для гигантов моря — беззубых китов — ракообразные служат основной пищей.

Многие ракообразные непосредственно используются человеком в качестве высокоценного пищевого продукта. Во многих странах развит промысел креветок, крабов, омаров, лангустов и некоторых других съедобных видов. В последнее время проводятся успешные опыты использования морских планктонных ракообразных для добывания витаминов, жиров и других важных веществ. На рыбоводных заводах разводятся некоторые виды ракообразных, необходимые для кормления молодых рыб.

Размеры тела ракообразных колеблются в очень широких пределах — от долей миллиметра до 80 см. Столь же разнообразны форма их тела, строение его частей, окраска и другие признаки.

В настоящее время известно более 20.000 видов ракообразных.

Основные признаки видов подкласса Высшие раки — постоянное количество грудных и брюшных сегментов, а также присутствие брюшных конечностей. Грудь состоит из 8, а брюшко из 6 или 7 сегментов и заканчивается тельсоном (рисунок 2).

Нередко передний или несколько передних грудных сегментов срастаются с головой и их конечности превращаются в ногочелюсти (рисунок 3). Иногда срастаются между собой или с тельсоном и брюшные сегменты. Мужские половые отверстия всегда открываются на последнем, а женские на шестом грудном сегменте. Желудок подразделен на жевательную и фильтрующую камеры. Всегда есть сильно развитая пищеварительная железа, сердце и кровеносные сосуды.

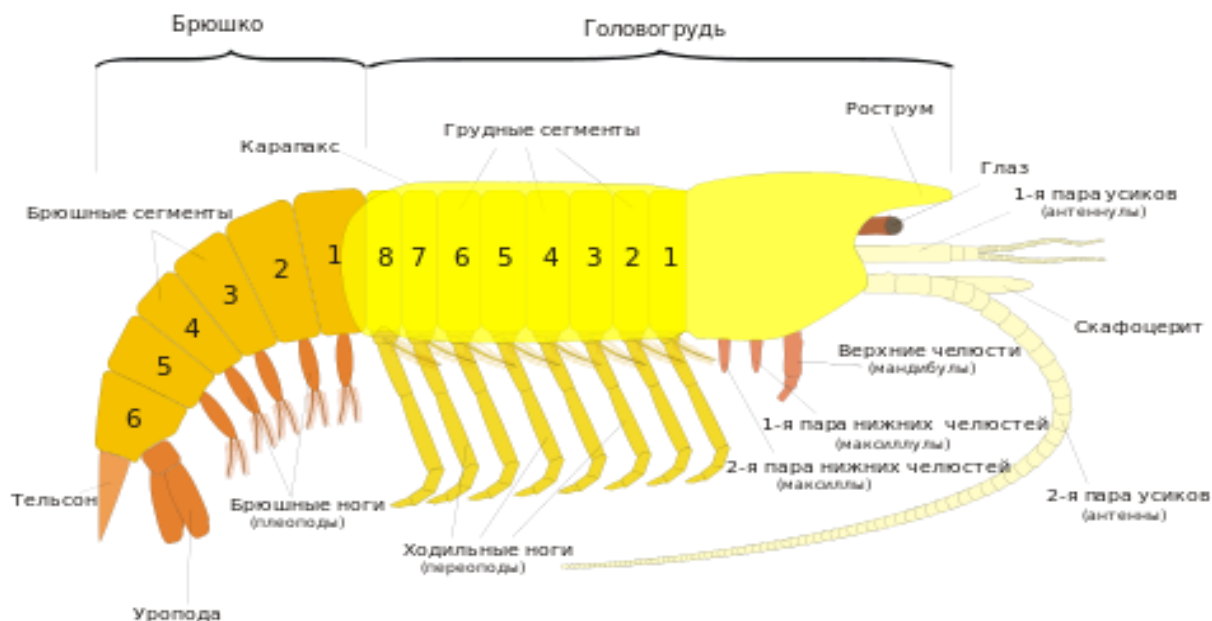


Рисунок 2 – Сегменты тела высших раков

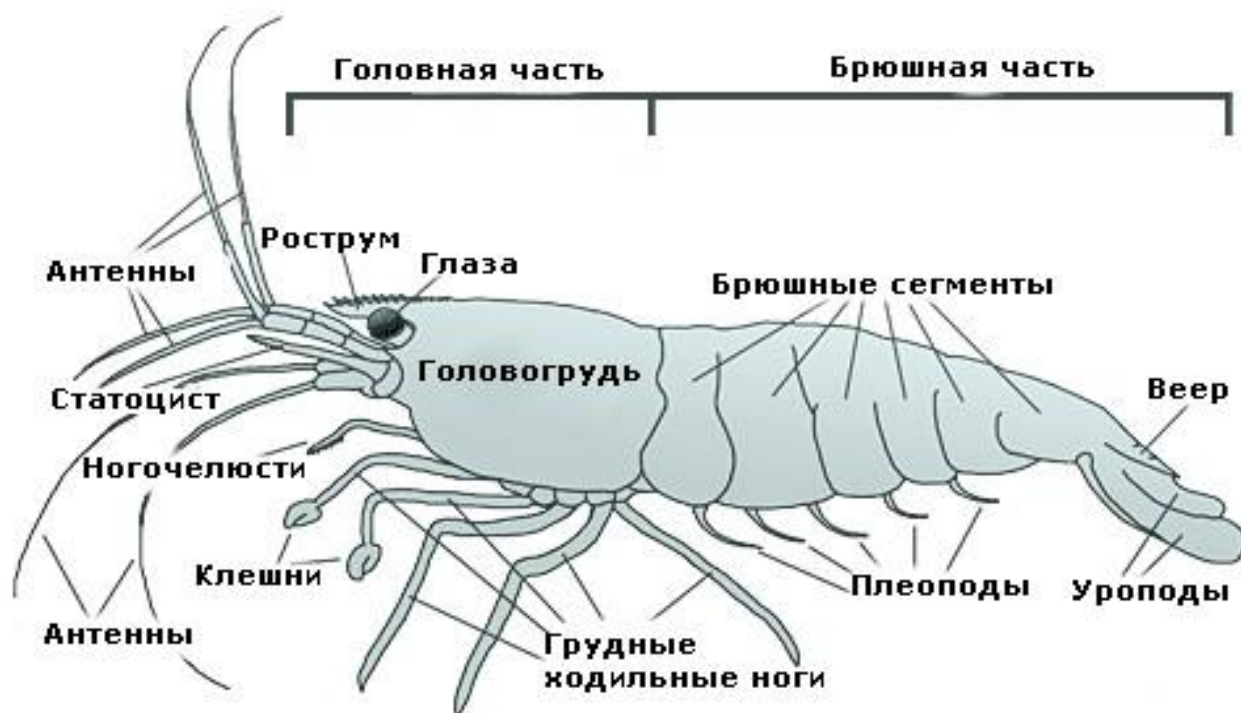


Рисунок 3 – Внешнее строение ракообразных

Название «высшие» не совсем точно. Если постоянство числа грудных и брюшных сегментов можно считать признаком более высокой организации, чем их

непостоянство, присущее другим подклассам ракообразных, то присутствие брюшных конечностей, наоборот, говорит о меньшей специализации, чем их исчезновение, наблюдающееся у других подклассов. По всей вероятности, высшие ракообразные развивались независимо от других подклассов, каждый из которых сохранил те или иные примитивные признаки, унаследованные от общих предков.

Представители высших ракообразных, как правило, крупнее, чем рачки, относящиеся к другим подклассам. Они распространены чрезвычайно широко: населяют самые разнообразные водоемы и частично приспособились к обитанию на суше.

Из всех ракообразных «десятиногие» издавна пользуются наиболее широкой известностью. Популярный представитель этого отряда — речной рак — неизменный герой бесчисленных сказок и басен. Он фигурирует в числе знаков Зодиака, а с крабами связаны многие мифы инков, ацтеков и древних египтян. К десятиногим принадлежат крупнейшие из ракообразных: длина омаров иногда превосходит 80 см, расстояние между когтями вытянутых в стороны средних ног японского краба *Macrocheira* составляет 3 м (рисунок 4).

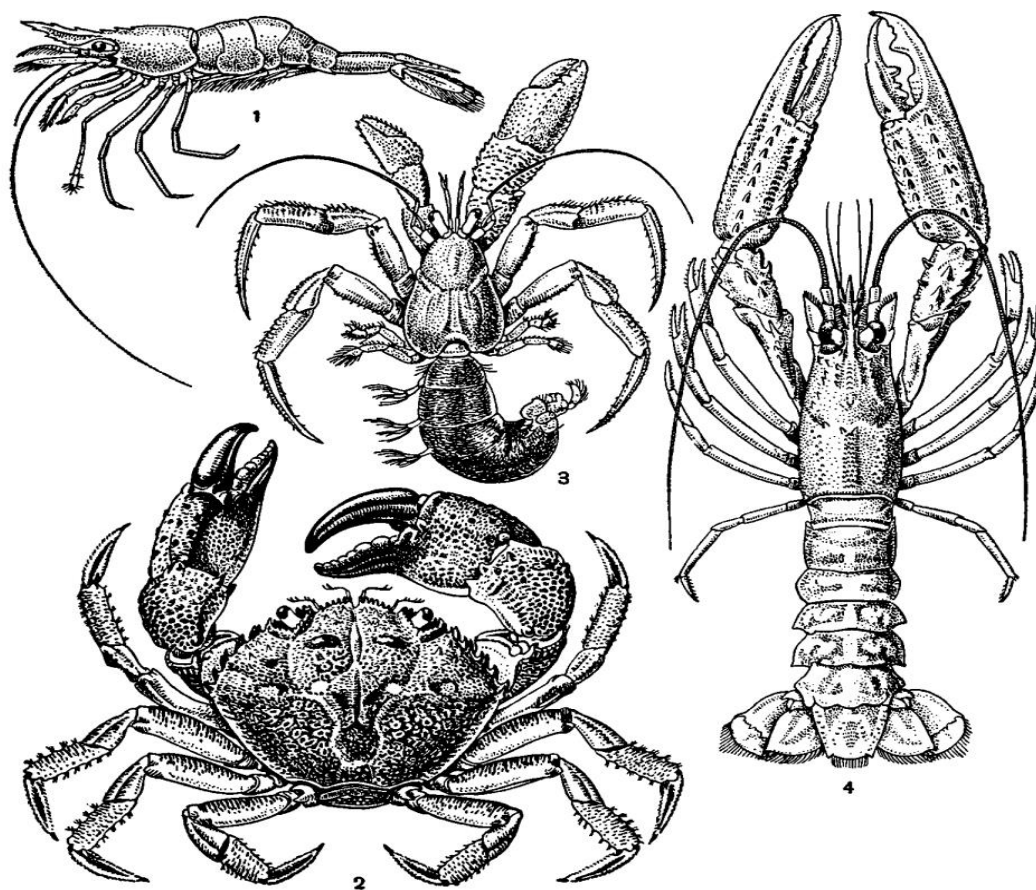


Рисунок 4 – Японский краб

Благодаря своим крупным размерам и отличным вкусовым качествам некоторые десятиногие ракообразные служат важным объектом промысла.

Десятиногие ракообразные распространены чрезвычайно широко. Они населяют все океаны и моря, от уреза воды до глубины около 5 км. Особенно богата видами десятиногих тропическая мелководная фауна. В пресных водах обитают общеизвестные речные раки, а в тропических и субтропических странах — крабы и креветки. Наконец, в тропиках обычны сухопутные десятиногие — крабы и сильно видоизмененные раки-отшельники.

Общее число видов десятиногих достигает 8500 (рисунок 5); их приблизительно столько же, сколько видов птиц [36], [46], [68].



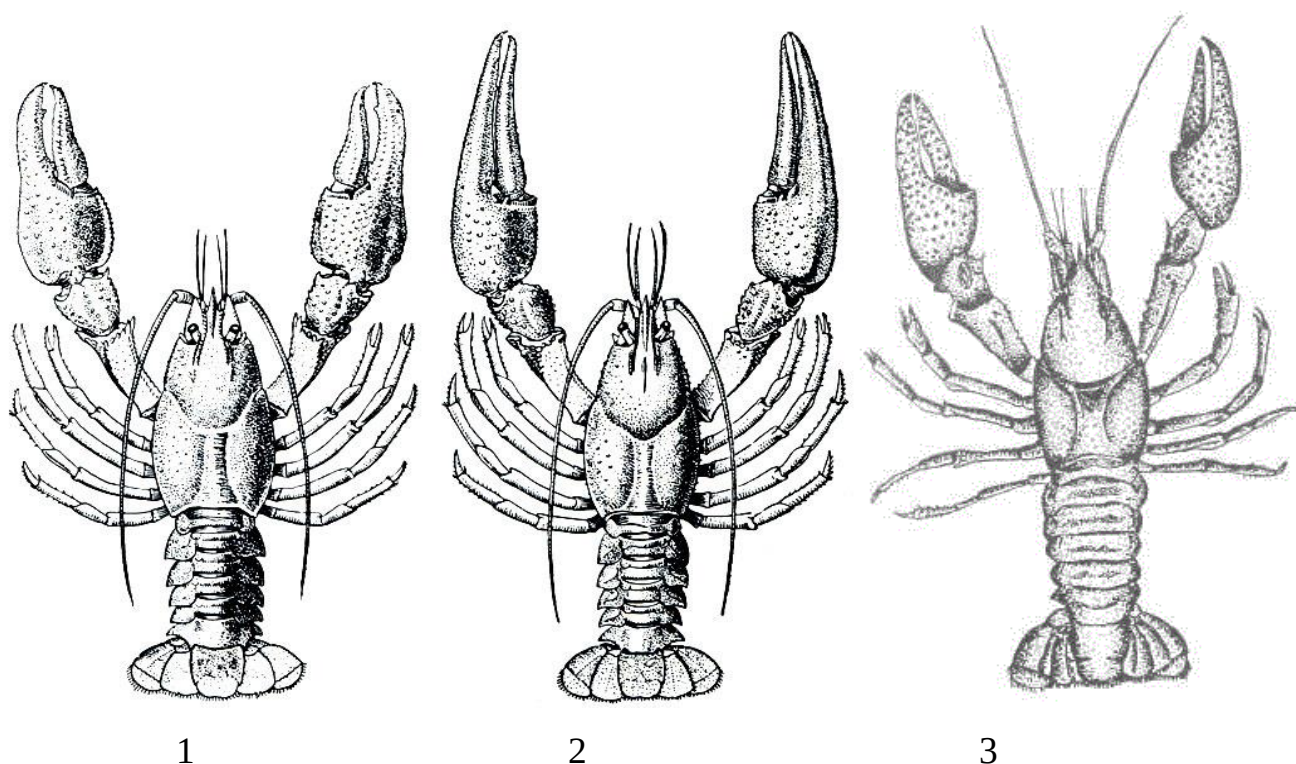
1 – креветка *Pandalus borealis*; 2 – краб *Eriphia verrucosa*; 3 – рак-отшельник *Pagurus bernhardus*; 4 – норвежский омар *Nephrops norvegicus*

Рисунок 5 – Разнообразие десятиногих ракообразных (по Л.А. Зенкевичу)

В пресных водах обитает сравнительно немного видов десятиногих. Среди них широко известны речные раки. В пределах России речные раки представлены **двумя родами**: европейские (*Astacus*) и дальневосточные (*Combaroides*), тремя видами и несколькими подвидами, которые мало отличаются от исходных форм и вряд ли могут быть возведены в степень самостоятельного вида.

Наиболее широкое и важное промысловое значение имеют европейские раки (*Astacus*), но жители бассейна реки Амур и острова Сахалин могут разводить дальневосточных раков (*Combaroides*).

Род европейских раков представлен в России двумя видами: **широкопалым раком** (*A. astacus*) и **длиннопалым раком** (*A. leptodactylus*), которые распространены почти по всей Европе и западной части Сибири. Род дальневосточных раков в нашей стране представлен **амурским раком** (*C. dauricus*) (рисунок 6).



1 – широкопалый рак; 2 – длиннопалый рак; 3 – амурский рак

Рисунок 6 – Видовое разнообразие речных раков России (по Л.А. Зенкевичу)

Самым ценным из российских раков является широкопалый (толстопалый) рак, который отличается от других видов более широкими и мощными мясистыми клешнями, имеет широкое, мясистое брюшко (плес), которое в поварском и консервном деле называют «раковой шейкой». Он живет главным образом в водоемах, относящихся к бассейну Балтийского моря: в Латвии, Литве, Эстонии, Ленинградской области, в некоторых районах Украины и Белоруссии. Распространение длиннопалого, или узкопалого рака намного шире и охватывает остальное пространство, занимаемое речными раками европейских видов. Этот вид встречается в водоемах бассейнов Каспийского, Черного и Азовского морей, в реках и озерах Западной Сибири (рисунок 7). Клешни у длиннопалого рака тоньше и длиннее, чем у широкопалого рака, они содержат меньше мяса.

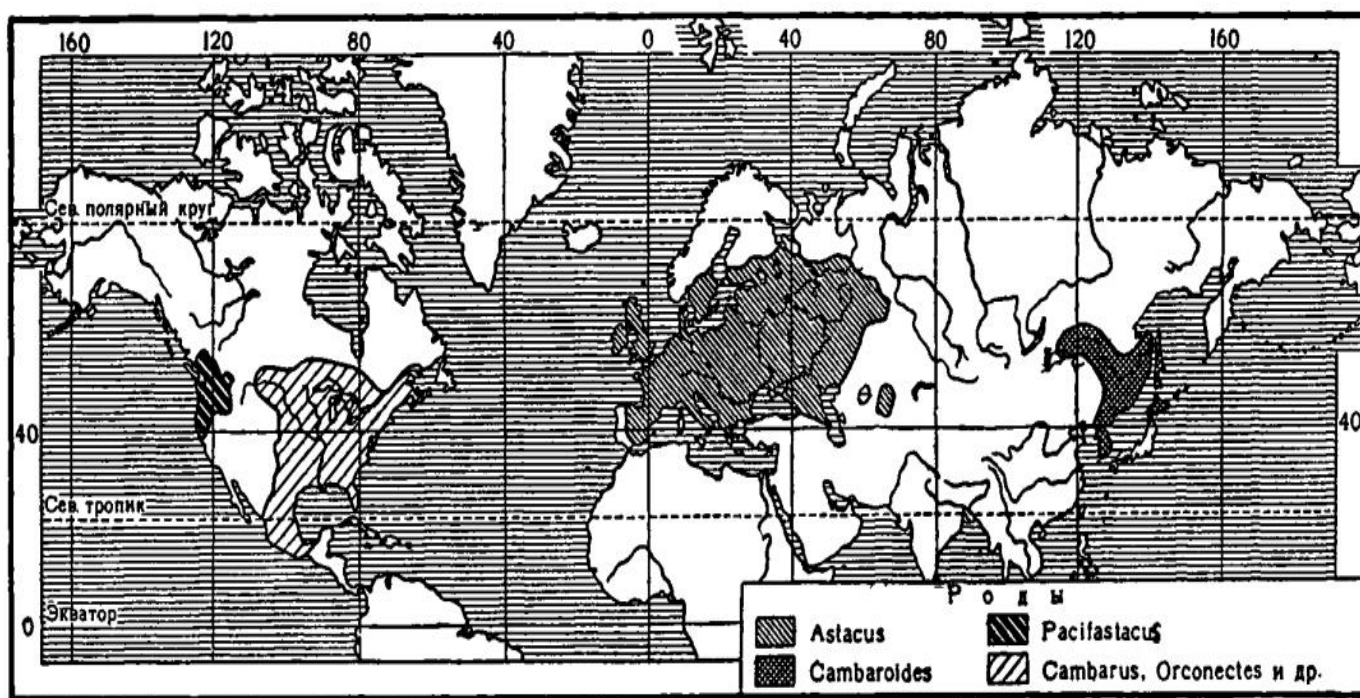


Рисунок 7 – Распространение речных раков в северном полушарии
(по Л.А. Зенкевичу)

У широкопалого рака обычно наблюдается резкая диспропорция полов — процент самок не поднимается выше 35 %, у длиннопалого — соотношение полов

близко: один к одному. Поэтому превышение нормы вылова наиболее отчетливо сказывается на численности популяции широкопалого рака. Критическим сигналом перелова служит падение эффективности вылова на 50 % от первоначального значения.

По плодовитости самки длиннопалого рака намного превышают самок широкопалого. Так, средняя абсолютная плодовитость самок длиннопалого рака составляет 276 икринок, средняя рабочая — 193 икринки. У самок широкопалого рака средняя абсолютная плодовитость (количество икры, находящейся в яичниках) — 50 икринок, средняя рабочая — 30 икринок (количество икры, полученной для целей раководства). Поэтому при добыче следует изымать лишь 25 % взрослой части популяции (раки более 9 см) широкопалого рака (рисунок 8). В некоторых районах России, Белоруссии и Украины из-за малочисленности вылов этих раков запрещен.



Рисунок 8 – Длиннопалый и широкопалый раки

Эти виды европейских раков никогда не обитают в одном водоеме, а их ареалы не перекрываются. Биология речных раков разных видов схожа [36], [53], [57], [64], [66], [68].

1.2 Покровы тела, внешнее строение

Тело речных раков состоит из отдельных сегментов. Каждый сегмент снабжен парой членистых двуветвистых конечностей. Сегменты тела группируются в три отдела – голову, грудь и брюшко (рисунок 9).

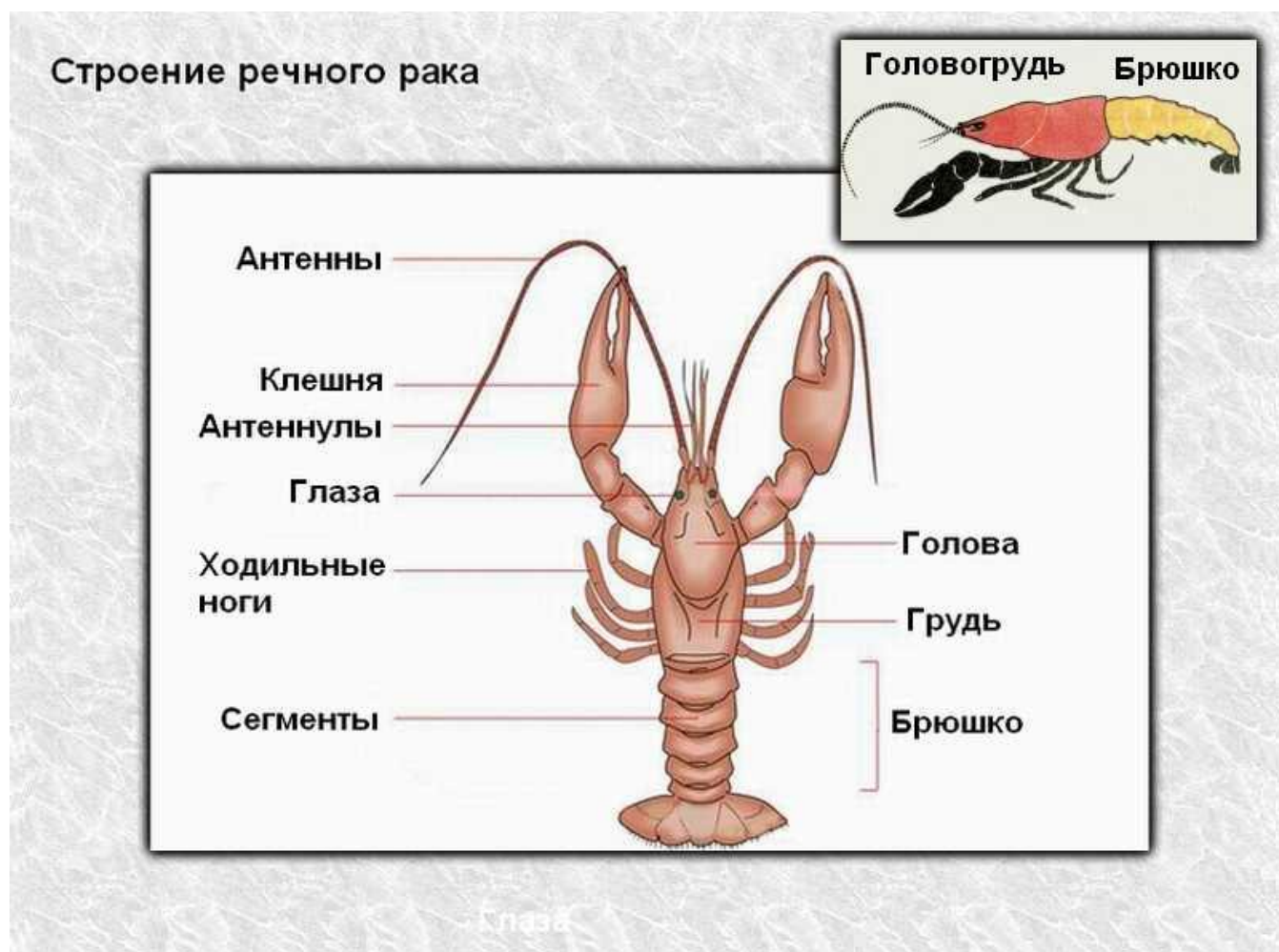


Рисунок 9 – Отделы тела речного рака

Голова представляет собой результат слияния головной лопасти и 5 следующих за ней сегментов и снабжена соответственно 5 парами придатков – передними и задними антеннами, жвалами, или мандибулами, и двумя парами челюстей, или максилл (рисунки 10, 11). Обе пары антенн служат органами чувств, они богаты различными чувствительными щетинками, осуществляющими функции обоняния, осязания. Жвалы размельчают пищу, челюсти фильтруют пищевые частицы и участвуют в процессе подачи пищи ко рту.

У речных раков три передних грудных сегмента срастаются с головой, а их конечности превращены в ногочелюсти (рисунки 10, 11). Поэтому тело речного рака правильнее подразделить на голову, челюстегрудь и брюшко [27], [46].

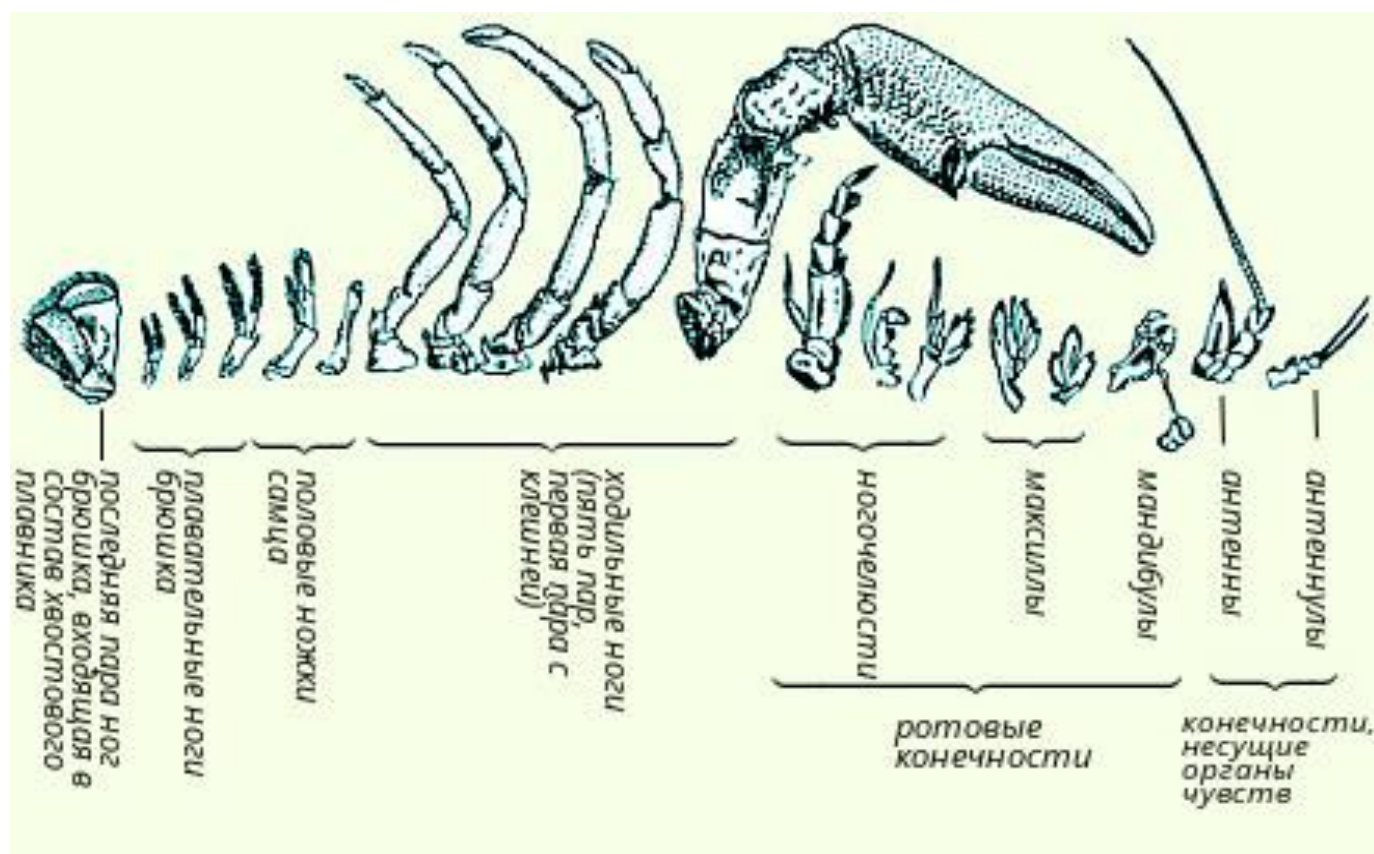


Рисунок 10 – Конечности речного рака

Пять пар задних грудных ног (переопод), принадлежащих к свободным грудным сегментам, служат для передвижения, почему весь отряд и получил

название десятиногих. Часто на некоторых из этих ног есть клешни или иногда подклешни. Жабры целиком покрыты боковыми краями карапакса (покрытая хитином складка, охватывающая сверху и с боков весь грудной отдел тела) и снаружи не видны. Между боковыми краями карапакса и стенкой тела расположено с каждой стороны по жаберной полости. Самки вынашивают яйца, прикрепляя их к брюшным конечностям (рисунки 10, 11).

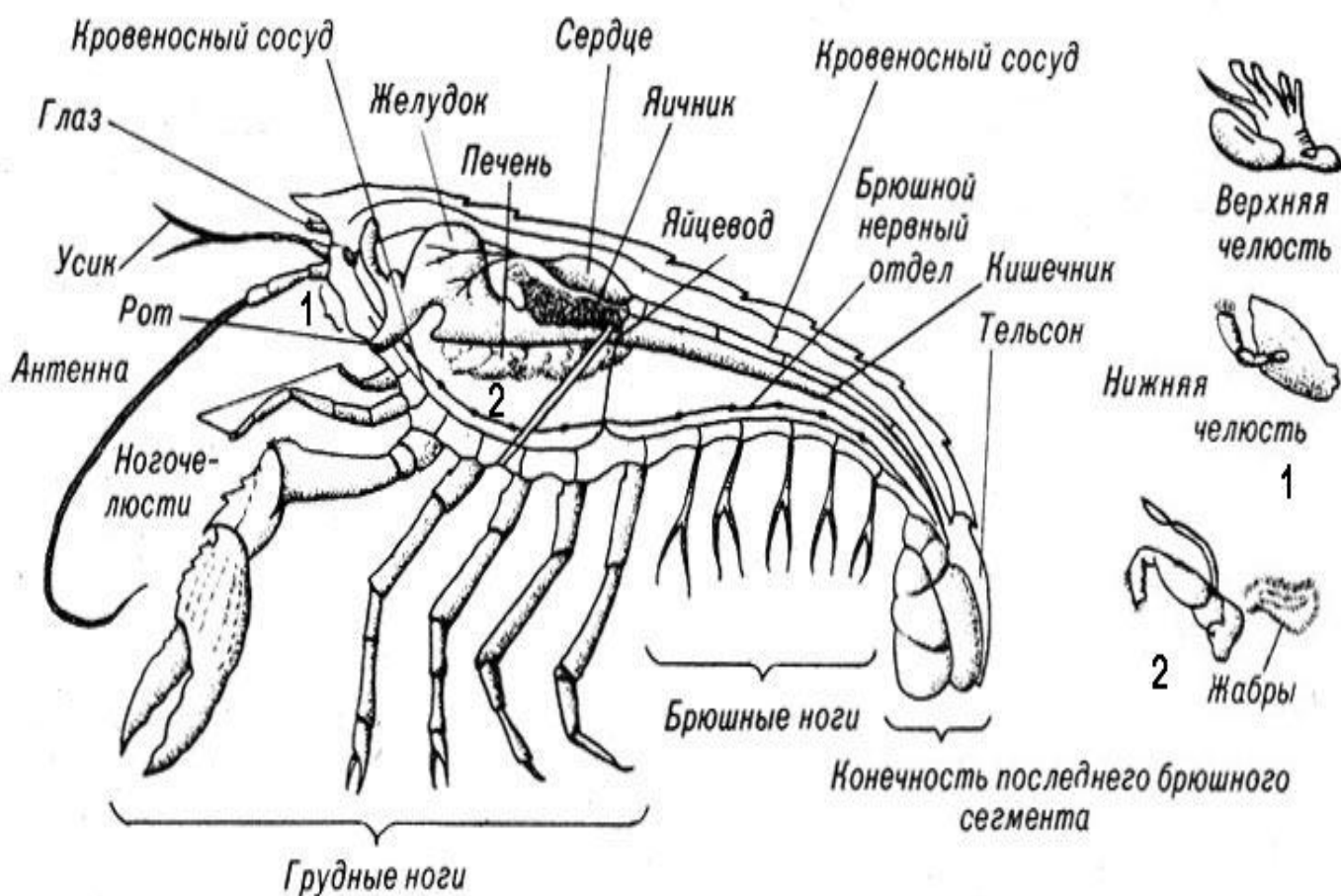


Рисунок 11 – Внешнее и внутреннее строение речного рака

Голова и грудь речных раков покрыты мощным удлинённым панцирем (карапаксом). Передний конец карапакса вытянут в шиповидный, острый на конце роstrum (рисунок 12). Поверхность карапакса снабжена киями, буграми или шипами, имеющими защитное значение. По бокам от основания роstrума

прикрепляются стебельчатые глаза. Они могут поворачиваться в разные стороны и обеспечивают широкий кругозор.



Рисунок 12 – Карапакс речного рака

Передние и задние антенны длинные, нередко превосходящие по длине тело. У речных раков на каждой из передних антенн находится по два или даже по три жгута. Эти жгуты богаты чувствительными щетинками и цилиндрами, выполняющими функции органов обоняния, осязания и химического чувства. В основном членике каждой из передних антенн расположен орган равновесия —статоцист.

Жвалы раков всегда мощные и служат для перетирания и разрывания пищи. Передние челюсти маленькие, а на задних имеется крупная наружная лопасть — скафогнатид, благодаря движениям которой осуществляется смена воды в жаберной

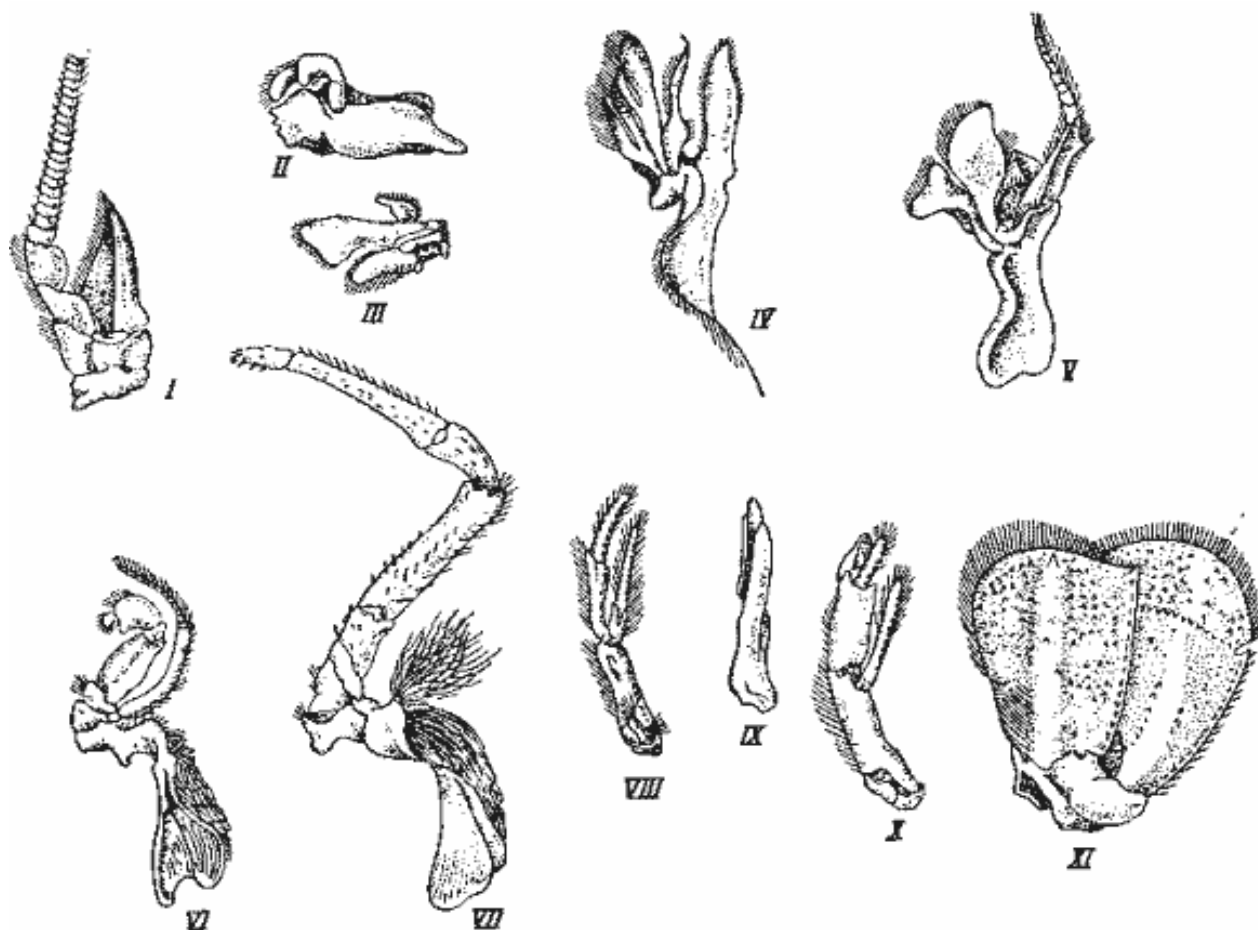
полости. Она совершает от 120 до 200 взмахов в минуту, причем в жаберной полости в течение 10 минут сменяется от 2 до 25 объемов воды, что зависит от температуры воды, содержания в ней кислорода и видовой принадлежности рака.

Ногочелюсти принимают участие в захватывании пищевых частиц и в передаче их к ротовому отверстию. Остальные 5 пар грудных ног служат главным образом для ползания и, кроме того, передние из них — для хватания пищи. На таких хватательных ногах развиваются клешни, причем клешни первой пары значительно крупнее остальных. Нередко левая и правая клешни первой пары имеют разное строение: одна из них крупнее или они различны по форме. С грудными конечностями связаны жабры.

За грудным отделом тела следует брюшной. Брюшко образовано подвижно соединяющимися шестью члениками и тельсоном. Тельсон имеет форму пластинки и на своей нижней стороне несет анальное отверстие. Членики брюшка сверху покрыты прочными, налегающими друг на друга обызвествленными пластинами (тергитами). Снизу брюшко закрывают узкие пластины (стерниты), соединенные между собой мягкой хитиновой кутикулой, что позволяет брюшку легко подгибаться. Речные раки имеют длинное брюшко, но оно более или менее сжато в спинно-брюшном направлении, а плеоподы (брюшные ножки) относительно короткие и слабые и для плавания не служат (рисунок 13).

Первичная функция плеоподов плавательная. Однако плеоподы, кроме того, участвуют в процессе размножения. У речных раков половая функция плеоподов стала основной, самки используют их только для вынашивания яиц, самцам передние плеоподы служат копулятивным органом.

Последняя пара брюшных ног у речных раков имеет форму сдвоенных широких пластинок (уроподы) (рисунок 13). Вместе с тельсоном уropоды образуют «пятилопастный плавник». Подгибая и распрямляя мускулистое брюшко с «плавником», речные раки плавают задом наперед, а ползают по дну на пяти ходильных ногах во всех направлениях [36], [68].



I — антенна (конец жгута-эндоподита срезан); II — мандибула; III — максиллула; IV — максилла; V — ногочелюсть первой пары; VI — ногочелюсть второй пары; VII — предпоследняя ходильная ножка; VIII — ножка третьего брюшного сегмента; IX — ножка первого брюшного сегмента самца; X — то же, второго брюшного сегмента; XI — уropод

Рисунок 13 – Конечности самца речного рака

Одной из особенностей речных раков является твердый экзоскелет, имеющий кутикулярное происхождение и выполняющий как защитную, так и опорную функцию (рисунок 14). Жесткость покровов раков обеспечивается не только за счет хитина, но и из-за присутствия большого количества карбоната кальция (CaCO_3) в кутикуле. Особенно большое количество кальция сосредоточено в мандибулах, что

придает им необычайную прочность и позволяет выполнять механическую обработку пищи.



Рисунок 14 – Схема строения покровов речного рака

Хитиновая кутикула покрывает все части тела рака, образованные эктодермой, в том числе глаза, жабры, пищевод, желудок, заднюю кишку. Толщина и степень кальцификации кутикулы при этом сильно варьирует в зависимости от функций, выполняемых органом. Так, на жабрах она минимальна и не препятствует процессу газообмена, а мандибулы и зубцы желудка сильно кальцинифицированы, что позволяет ракам перетирать жесткую пищу. Щетинки на теле и конечностях речного рака также образованы кутикулой. В процессе линьки кутикула сбрасывается полностью, включая выстилку желудка и задней кишки. Между слитными отделами тела и сегментами, а также между члениками ног и придатков имеются мягкие мембраны, обеспечивающие их подвижность.

Окраска тела речных раков бурого или зеленоватого цвета, напоминающего цвет грунта, на котором они живут. Этот тип окраски определяется присутствием в хитиновых покровах пигментов, большая часть которых представлена каротиноидами. Особенно обычен из них астаксантин, в чистом виде имеющий красный цвет. Соединяясь с белками, он образует пигменты синеватых и буроватых тонов. При повышении температуры эти соединения разрушаются, астаксантин освобождается [27], [43], [46], [50]. Поэтому раки при варке краснеют (рисунок 15).



Рисунок 15 – Вареные раки

1.3 Внутреннее строение

Пищеварительная система речных раков состоит из переднего, среднего и заднего отделов. Для сбора пищи и ее первичной механической обработки они используют три пары клешненоносных переопод (I-III) и ротовые конечности. Ротовые конечности представляют собой компактный комплекс, все элементы которого работают в четкой взаимосвязи друг с другом (рисунок 16). Несмотря на мощное строение ротовых конечностей действия их сводятся к умерщвлению и сдавливанию пищевого объекта (если размеры позволяют проглотить его целиком).



Рисунок 16 – Ротовые конечности речного рака

Эктодермальная передняя кишка представлена пищеводом и жевательным желудком; выстлана хитиновой кутикулой. Пища перетирается жвалами и попадает

в рот, а оттуда в пищевод. По мускулистому пищеводу достигает двухкамерного желудка (рисунок 17).

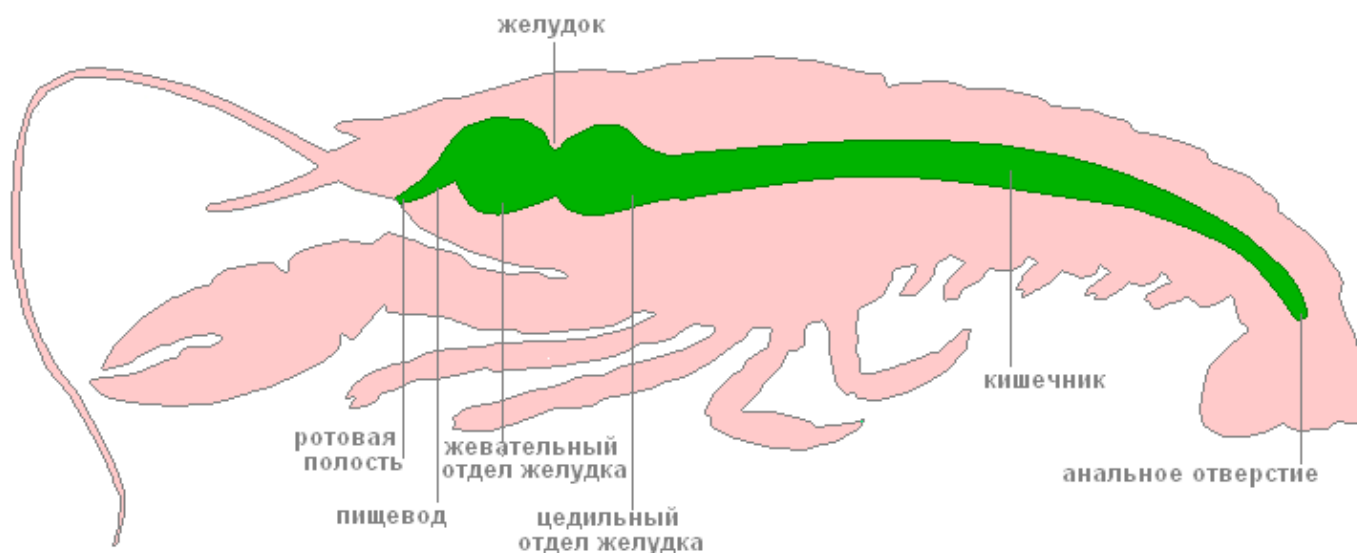
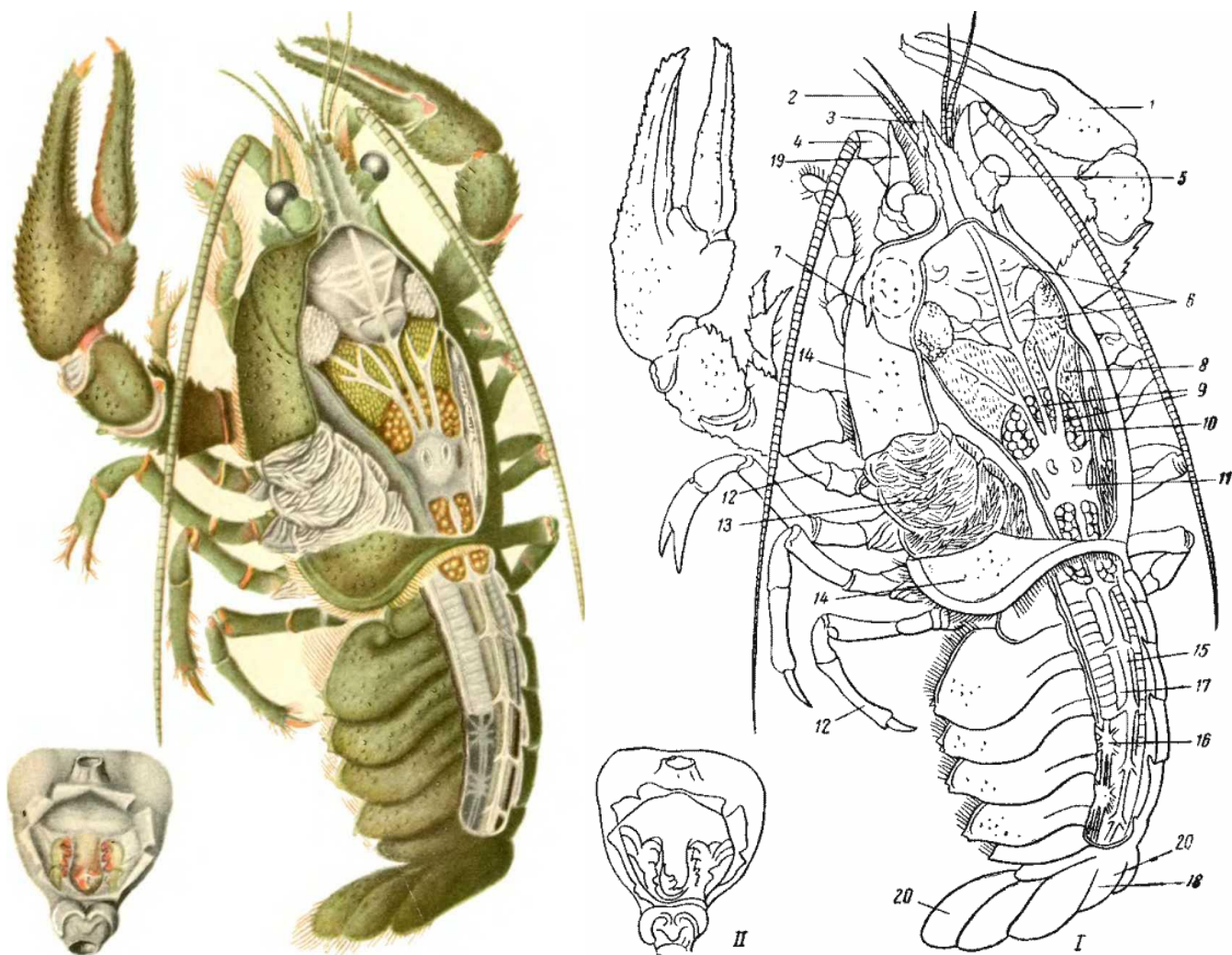


Рисунок 17 – Отделы пищеварительной системы речного рака

Желудок подразделяется на жевательный и пилорический. В жевательном желудке у речного рака имеются хитиновые зубцы, пропитанные карбонатом кальция и особые «жерновки» - конкреции извести. При сокращении мышечных стенок желудок подобен «жевательной» мельнице, где перетирается пища (рисунок 18). В пилорическом отделе желудка пища фильтруется. Средняя кишка энтодермальная, в нее впадают протоки парной печени (гепатопанкреас).

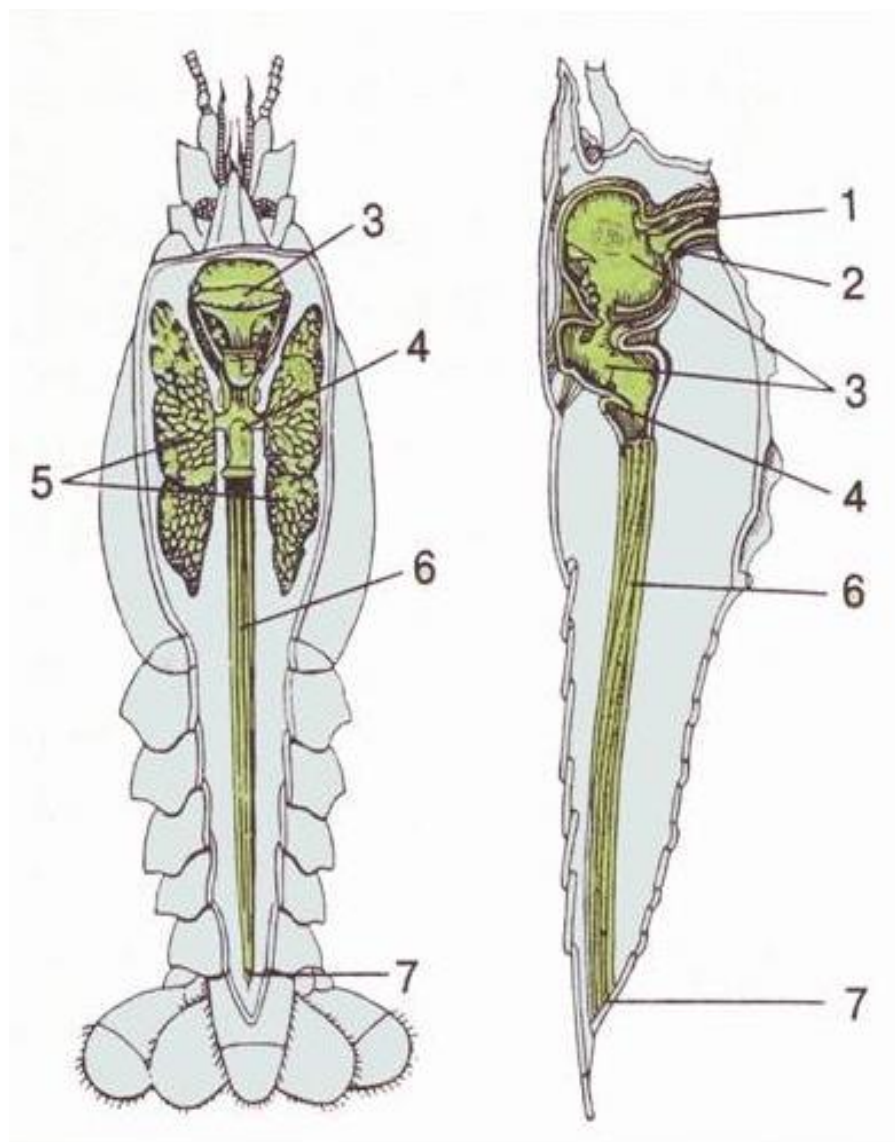
Ферменты, синтезируемые в гепатопанкреасе, впрыскиваются в желудок, где под их действием начинается переваривание пищи. Жидкая, частично ферментированная фракция пищи, из пилорической части желудка попадает в протоки гепатопанкреаса. Печень речных раков не имеет аналогов в организме животных и занимает большую часть грудного отдела. Она выполняет не только роль пищеварительной железы, но и функцию всасывания переваренной пищи. В печени происходит полостное и даже частичное внутриклеточное пищеварение [27], [66].



I — общий вид со спинной стороны вскрытого рака; II — вскрытый желудок рака: 1 — клешни, 2 — ветви антеннулы, 3 — лобный шип (rostrum), 4 — усик (эндоподит) антенны, 5 — сложный глаз, 6 — желудок, 7 — шейная бороздка, 8 — железы средней кишки, 9 — передние артерии, 10 — яичник, 11 — сердце, 12 — ходильная ножка, 13 — жабра, 14 — бранхиостегит, 15 — верхняя артерия брюшка, 16 — нервная цепочка, 17 — задняя кишка, 18 — тельсон, 19 — чешуйка (экзоподит) антенны, 20 — уropоды

Рисунок 18 – Расположение внутренних органов со спинной стороны и желудок речного рака

Непереваренные остатки пищи проходят через короткую среднюю и заднюю кишки, не образуя петель, и выбрасываются наружу через анальное отверстие, расположенное на вентральной поверхности тельсона (рисунок 19).



1 – ротовое отверстие; 2 – пищевод; 3 – желудок; 4 – средняя кишка;
5 – печень; 6 – задняя кишка; 7 – анальное отверстие

Рисунок 19 – Пищеварительная система речного рака

Речные раки относятся к всеядным животным и поедают те корма, которые встречаются чаще. Из растений наибольшую роль в питании европейских видов раков играют высшие водные и околоводные растения, богатые известью:

роголистник, элодея, некоторые рдесты и харовые виды (рисунок 20). При поедании таких растений в организме раков ускоряется кальциевый обмен, что способствует затвердению панциря после линьки [35], [49].



Рисунок 20 – Растения в рационе речного рака

Частота встречаемости харовых в желудках широкопалого рака примерно равна 10-40 %, а у длиннопалого — 14-70 %. Элодея в желудках обоих видов встречается соответственно в 5,7 и 17,7 % по весу содержимого. Для речных раков такие качества харовых растений, как жесткость и, возможно, выделяемые ими

фитонциды, имеют меньшее значение, чем для мелких видов ракообразных. Строение ротового аппарата позволяет речным ракам использовать наряду с мягкими растениями и жесткие. Они очень охотно поедают стебли и корневища тростника, камыша, клубни осоки. Их суточный рацион составляет примерно 2,5 % от живого веса рака [53].

Врагами рака в природе являются хищные рыбы (щука, окунь, отчасти судак и сом), голенастые птицы, водяные крысы и лисы (рисунок 21).



Рисунок 21 – Враги речных раков

Однако речные раки в пищевой цепи служат не только объектом питания для хищных животных, но и сами поедают животную пищу: мелких улиток, водяных червей, личинок разнообразных насекомых, особенно ручейников, головастиков и очень редко небольших рыб (рисунок 22). Впрочем, вполне здоровые рыбки успевают увернуться от этого охотника.



Рисунок 22 – Животные в рационе речного рака

Пищевой спектр речного рака находится в зависимости от его возраста. Личинки длиннопалого рака, поедают до 70-80 % животной пищи. Сразу после перехода к самостоятельному образу жизни сеголетки длиной 1,2-2 мм питаются

дафниями (59 %), хирономидами (25 %). По мере роста доля дафний в рационе уменьшается до 5%, в возрасте двух лет дафний совсем нет.

Молодь всех размерных групп потребляет хирономид (24-25 %). Сеголетки при достижении длины 2 см начинают питаться насекомыми (18-45 %) и их личинками, в частности, личинками ручейников, поденок, веснянок и др. По мере роста речных раков возрастает потребление бокоплавов, с 5 % у сеголетков, до 63 % у молоди длиной 8-10 см. Моллюски появляются в пище сеголетков, когда их длина достигает 3 см, а рыбы — при длине сеголетков 4 см [51], [56].

Раки обладают превосходным зрением и обонянием. Они различают запахи на значительном расстоянии как в воде, так и на суше. Завидев какой-нибудь предмет красного цвета, брошенный человеком на дно реки, они устремляются к нему со всех сторон, принимая его за кусок мяса. Тухлую рыбу речные раки обнаруживают с более далекого расстояния, чем свежую, которую обнаруживают по цвету (рисунок 23).



Рисунок 23 – Добыча речного рака

Добравшись до добычи, они набрасываются на нее, часто между собой ссорятся из-за наиболее лакомого куска. Крупные раки при такой потасовке отбирают лакомый кусок у менее проворных и молодых, пока сами не наедятся.

Органами дыхания у речных раков служат кожные жабры в форме перистых выростов, через тонкие стенки которых растворенный в воде кислород проникает в кровь. Жабры находятся на грудных конечностях и на стенке тела в жаберных полостях под карапаксом (рисунок 24). Они имеют большую поверхность, тонкую кутикулу и эффективное кровоснабжение.

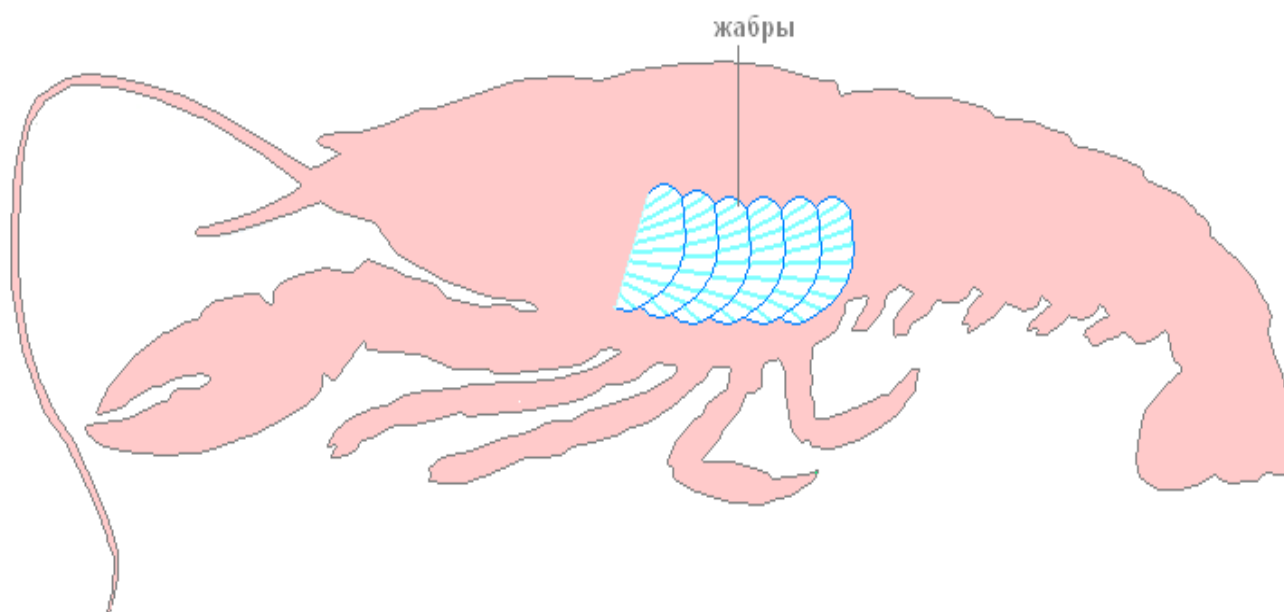


Рисунок 24 – Жабры речного рака

У речных раков на одну жабу приходится до 300 жаберных нитей, это немного в сравнении с омарами, у которых их число может достигать 1000. Но процент кислорода, извлекаемого из воды, проходящей через жаберную полость речных раков, достаточно высок и может составлять 50-79 % [27].

Высокая способность усвоения кислорода позволила ракам заселить пресные водоемы, где концентрация растворенного кислорода падает до очень низкого уровня. Вместе с тем они чувствительны к колебаниям содержания кислорода в водоеме, так как ведут донный образ жизни. Когда в толще воды содержание

кислорода находится на достаточном уровне, в придонном слое воды его содержание может опускаться ниже и быть недостаточным для жизни раков. Серьезную опасность представляют зимние заморы, когда раки погибают даже в случае организации в водоеме проруби, так как не имеют возможности подняться в толщу воды.

У раков нижние края карапакса плотнее прижимаются к стенке тела, основные членики ног развиты сильнее и благодаря этому жаберные полости почти полностью изолированы от внешней среды, что препятствует загрязнению жабр грунтом (рисунок 25).

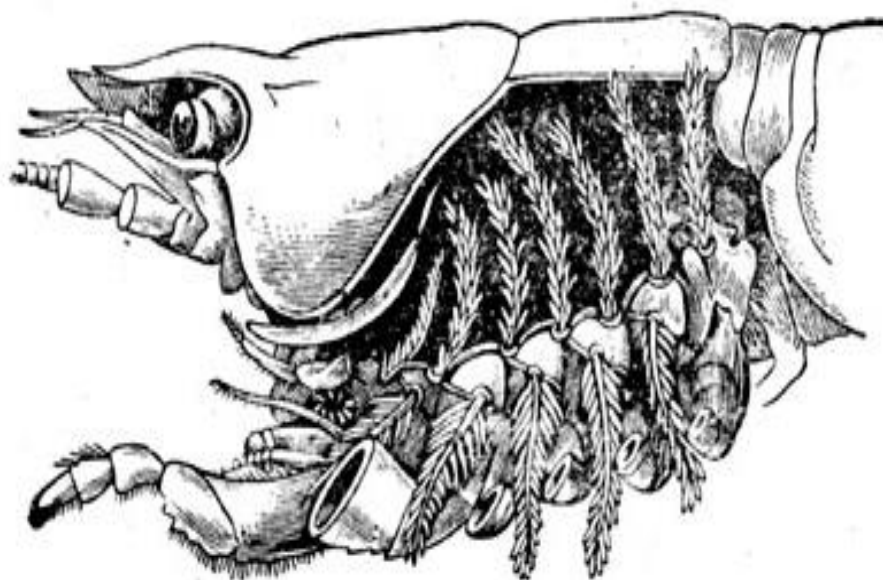
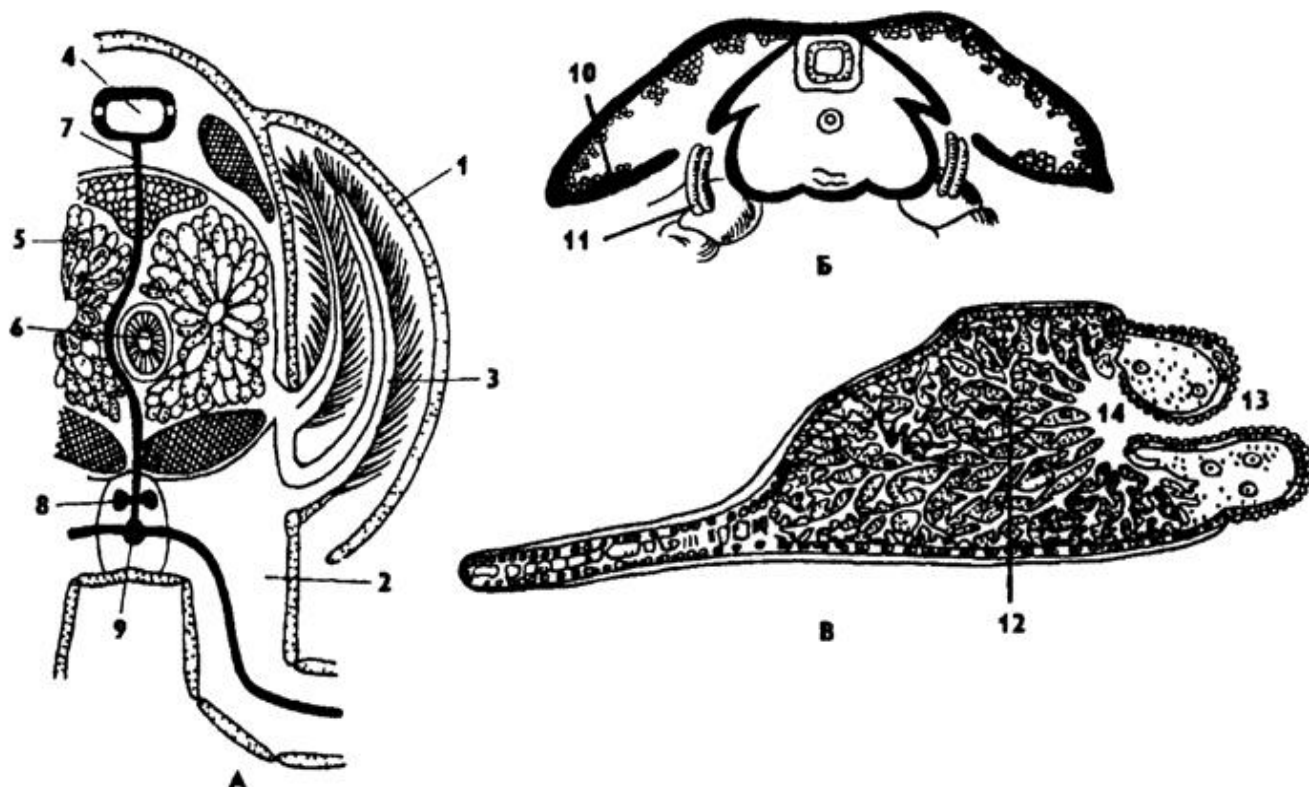


Рисунок 25 – Жаберная полость речного рака

Для проникновения воды в жаберные полости имеются специальные отверстия, расположенные у речных раков между основаниями ходильных ног. Из жаберной полости вода выходит из-под нижнего края карапакса в его передней части (рисунок 26).



А - речного рака, Б - краба пальмового вора *Birgus latro*, В - мокрицы;
 1 - карапакс, 2 - миксоцель 3 - жабры, 4 - сердце, 5 - гонады, 6 - кишка,
 7 - кровеносный сосуд, 8 - нервная цепочка, 9 - поднервная артерия, 10 - губчатый
 эпителий 11 - рудименты жабр, 12 - псевдотрахеи, 13 – дыхальце, 14 - дыхательная
 камера

Рисунок 26 – Органы дыхания ракообразных (по Л.А. Зенкевичу)

Кровеносная система речных раков незамкнутая (рисунок 27). Сердце компактное с тремя парами остий (выростов), располагается в грудном отделе в перикардиальном синусе за желудком, на спинной стороне тела. Перикардиальный синус замкнутый, в него впадают лишь кровеносные сосуды.

Жидкость, циркулирующая в сосудах и межклеточных полостях, называется гемолимфой. Гемолимфа занимает приблизительно 27 % объема тела рака и состоит из гемоцитов и плазмы. В гемолимфе присутствуют три основных типа клеток (гемоцитов): гиалиновые клетки, полугранулоциты, гранулоциты. Плазма состоит из воды, ионов и белка.

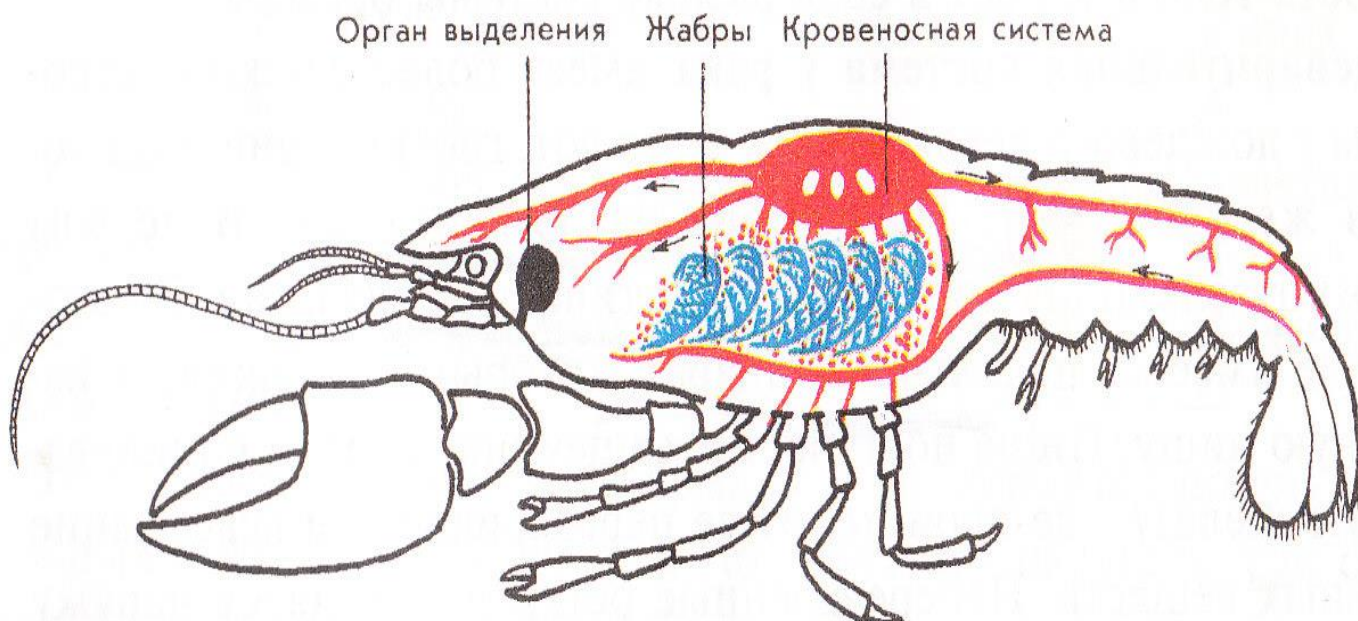
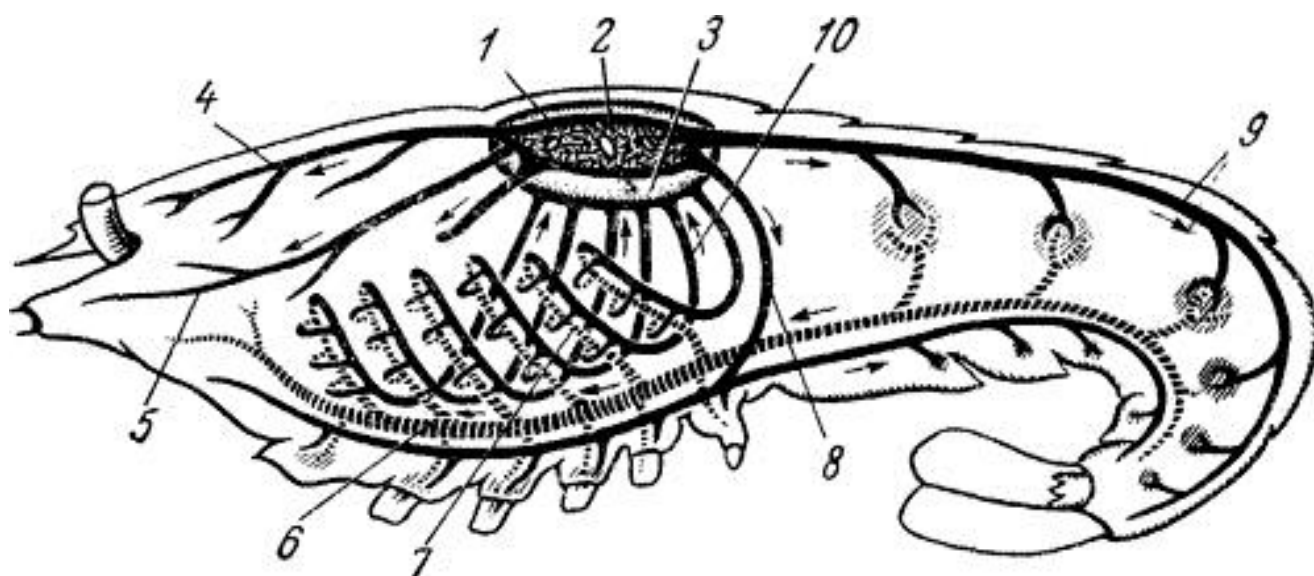


Рисунок 27 – Кровеносная система речного рака

Схема кровообращения речного рака выглядит следующим образом. Гемолимфа из перикардия через остии поступает в сердце. При сокращении камер сердца клапаны остий закрываются, а клапаны сердечных камер открываются. Гемолимфа из сердца поступает в артерии. У речного рака от сердца отходят три артерии к голове и две назад к внутренним органам и к концу брюшка. Из артерий гемолимфа выливается в промежутки между органами, отдает кислород тканям и насыщается углекислым газом.

Частично кровь омывает органы выделения – почки, где освобождается от продуктов обмена. В крови содержатся дыхательные пигменты – гемоцианин (синий) и гемоглобин (красный). От внутренних органов кровь собирается в систему венозных сосудов. По жаберным приносящим сосудам кровь поступает в систему капилляров в жабрах, где обогащается кислородом и освобождается от углекислого газа. Затем гемолимфа по выносящим жаберным сосудам поступает в перикардиальный синус, окружающий сердце (рисунок 28).

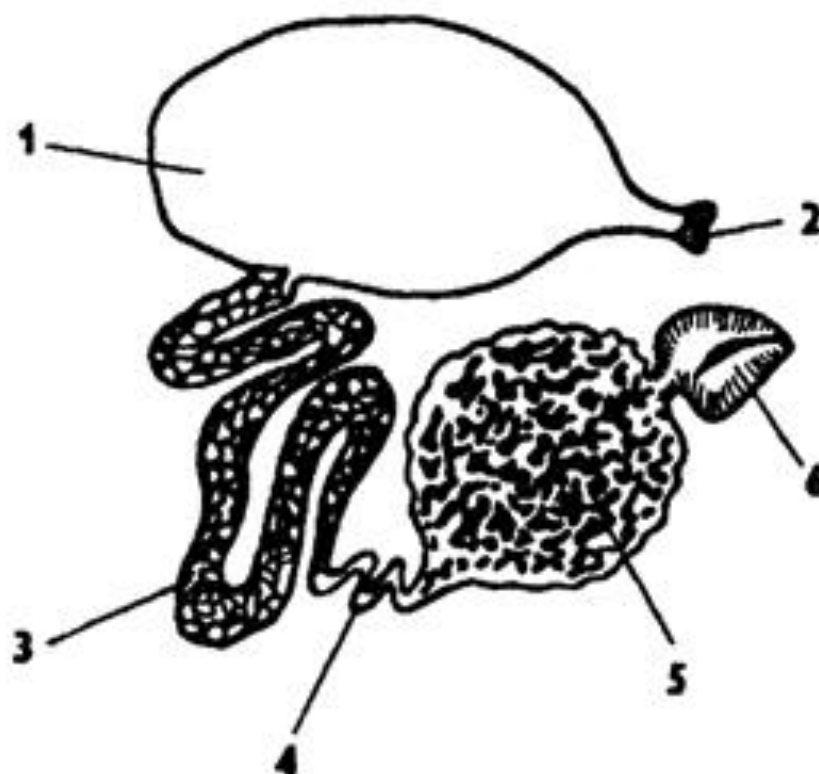


1- сердце; 2 - левая остия боковой пары; 3 - перикардий; 4 - передняя (глазная) артерия; 5-антеннальная (левая) артерия; 6 - брюшной венозный синус; 7 - приносящие жаберные сосуды; 8 - нисходящая артерия; 9 - спинная артерия абдомена; 10 - жаберно-сердечные каналы

Рисунок 28 – Схема кровообращения речного рака

Органы выделения речного рака – одна пара антеннальных почек (антеннальных желез), часто называемых зелеными железами из-за присущего им зеленоватого оттенка. Почки расположены в головном отделе. Каждая почка состоит из концевой мешочка и извитого выделительного канальца, который может расширяться, образуя мочевой пузырь (рисунок 29). Выделительные поры почек открываются у основания вторых антенн.

Органы выделения устраняют из организма речного рака продукты метаболизма и участвуют в регулировании гомеостаза гемолимфы. Основной их функцией является удаление излишней воды, поступающей в организм через жаберный эпителий, а функция удаления продуктов азотистого обмена принадлежит жабрам. Вместе с гепатопанкреасом зеленые железы участвуют у раков в детоксикации тяжелых металлов, пестицидов [36], [68].



1 - мочевой пузырь, 2 - выделительная пора, 3 - белый канал, 4 - прозрачный канал, 5 - зеленый канал, 6 - целомический мешок

Рисунок 29 – Строение антеннальной почки речного рака

Нервная система речных раков представлена надглоточным ганглием (мозг), подглоточным ганглием, окологлоточным кольцом и брюшной нервной цепочкой. Головной мозг состоит из парных долей протоцеребрума с грибовидными телами и дейтероцеребрума. Протоцеребрум иннервирует акрон и глаза, дейтероцеребрум – антеннулы (рисунок 30).

Основные **органы чувств** речных раков расположены в передней части головогруды: фасеточные глаза, короткие двуветвистые антеннулы – орган обоняния, статоцист – расположенный в основании антеннул орган равновесия, длинные одноветвистые антенны – орган осязания, хеморецепторы ротовых конечностей – орган вкуса. Кроме того, на теле рака и его конечностях располагается большое количество механо- и хеморецепторов, ориентированных на

выполнение различных заданий. Так, например, одна из основных функций механорецепторов на клешненосных конечностях – тактильная чувствительность при поиске корма, а находящиеся на хвостовом веере рецепторы способны регистрировать направление и силу тока воды (рисунок 36).

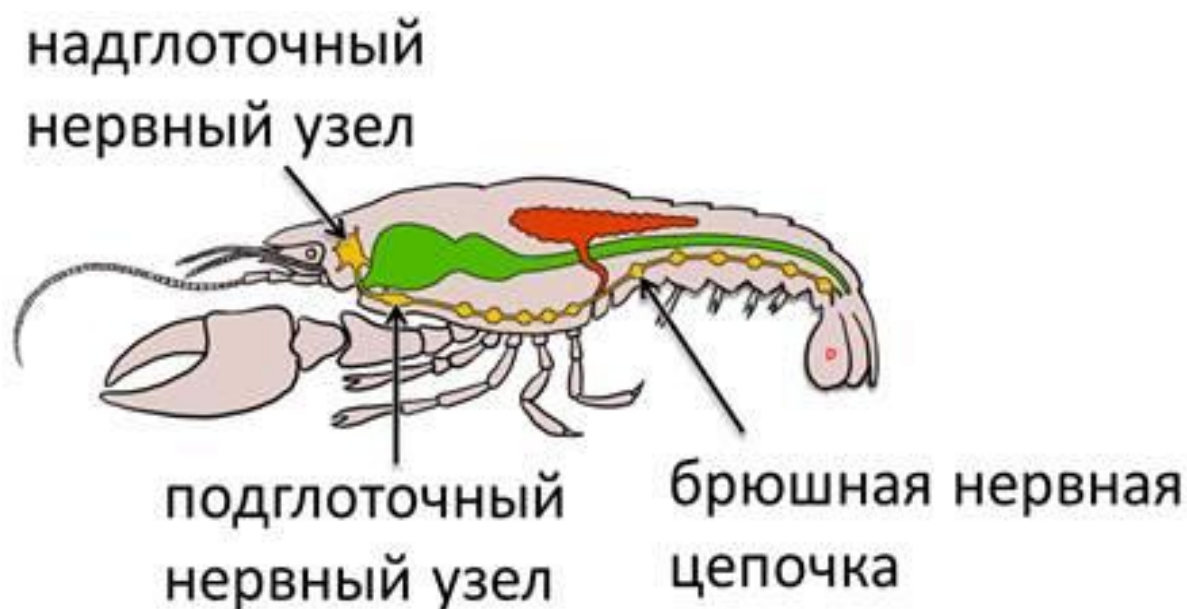


Рисунок 30 – Нервная система речного рака

У раков хорошо развиты глаза. Каждый глаз состоит обычно из большого количества фасеток, число которых увеличивается с возрастом. Фасетки отделены друг от друга пигментными клетками, и каждая фасетка воспринимает лишь лучи, падающие перпендикулярно к ее роговице. Она видит только небольшую часть объекта, на который смотрит рак, а другие фасетки видят иные части этого объекта. Таким образом, осуществляется «мозаичное зрение». Ночью пигмент расходуется к концу и к основанию глаза, и косые лучи могут достигать сетчатки — рак видит объект целиком, но довольно туманно. В воде раки видят только близко расположенные предметы. Поэтому речные раки в поисках пищи, самок, убежища пользуются не столько зрением, сколько обонянием, осязанием и химическим чувством. Сложные глаза помещаются на стебельках, сочлененных подвижно с головой (рисунки 31, 32, 36).

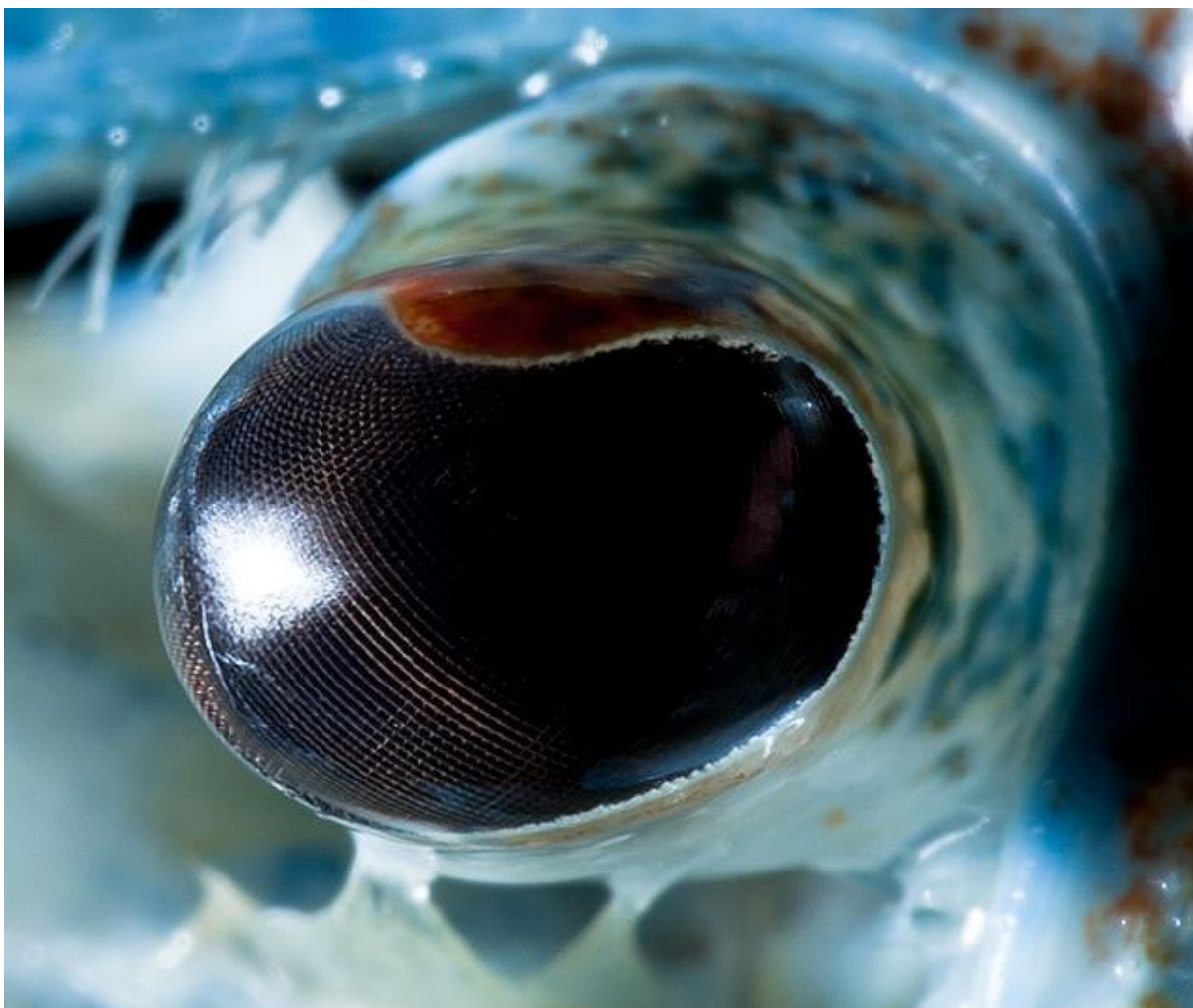


Рисунок 31 – Глаз синего речного рака

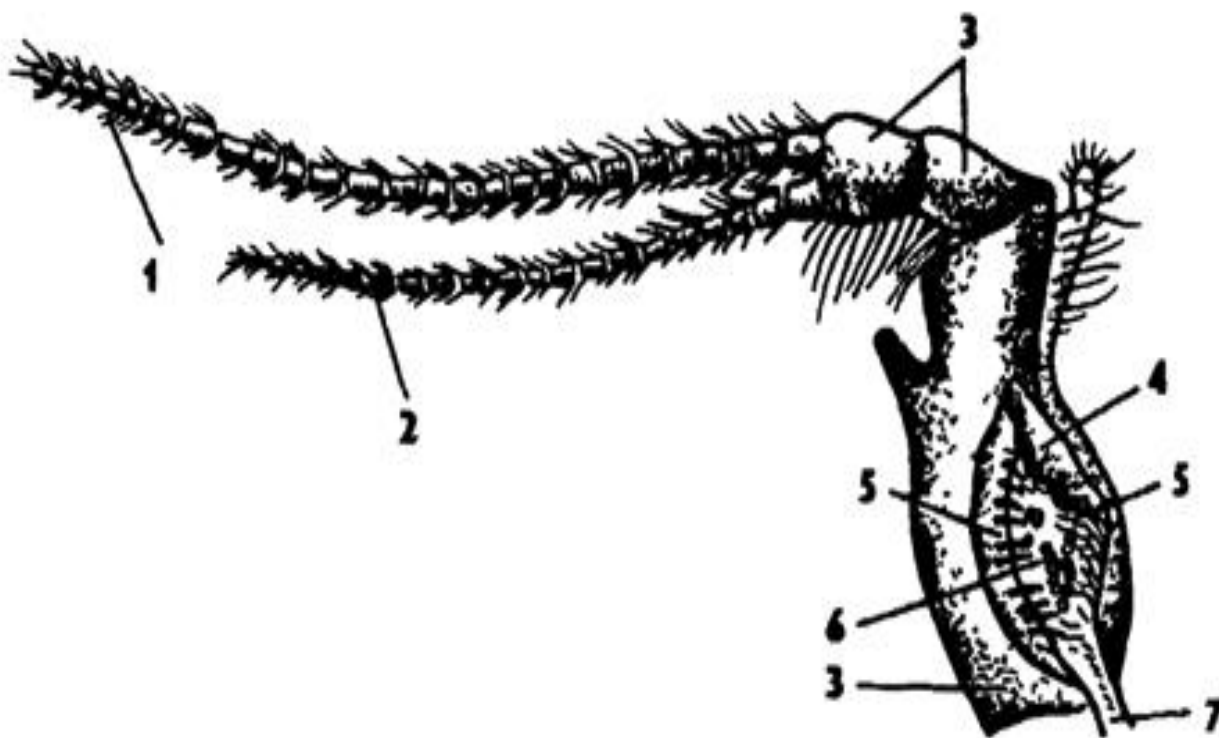
В глазном стебельке находится несколько органов внутренней секреции. Их выделяющиеся в кровь гормоны регулируют расположение пигмента в пигментных клетках, процесс линьки, обмен веществ, содержание в крови сахара и кальция и взаимодействуют с другими органами внутренней секреции.

У высших раков имеются органы равновесия – статоцисты (у речного рака они находятся у основания антеннул). Статоцист представляет собой глубокое открытое впячивание покровов, выстланное изнутри тонкой кутикулой с чувствительными волосками [27].



Рисунок 32 – Строение фасеточных глаз речного рака

Статолитами служат песчинки, попадающие в статоцист через его наружное отверстие. При изменении положения тела рака в пространстве статолиты раздражают разные чувствительные волоски статоциста, и соответствующие нервные импульсы поступают в мозг. Органами осязания и обоняния служат многочисленные осязательные волоски и сенсиллы, расположенные на антеннах, ногах (рисунок 33).



1, 2 - жгуты антеннулы, 3 - основные членики, 4 - отверстие ямки статоциста, 5 - чувствительные волоски, 6 - песчинки, 7 – нерв

Рисунок 33 – Статоцист речного рака

К защитным приспособлениям речных раков принадлежит присущая многим из них способность к автотомии — произвольному отрыванию своих конечностей. Когда враг хватается за ногу какого-нибудь рака, тот оставляет свою конечность врагу, а сам на оставшихся ногах спасается бегством. Отрывание конечностей осуществляется всегда в строго определенном месте, недалеко от их основания, при помощи специальных мышц — автотомизаторов, которые загибают ногу вверх до тех пор, пока она не обломится. В месте отрыва внутри конечности находятся два расположенных поперечно соединительнотканых листка, помогающих быстро приостановить кровотечение (рисунок 34).



Рисунок 34 – Автотомия речного рака

Способность к автотомии всегда сопровождается способностью к регенерации. Утраченная конечность постепенно отрастает вновь, тем скорее, чем чаще животное линяет, поскольку рост регенерирующей конечности происходит только после линьки. У самок речных раков полная регенерация клешней происходит через 3-4 года. Если при утере конечности или глазного стебелька были повреждены связанные с ними нервные центры, то на их месте может вырасти придаток ненормального строения (рисунок 35).



Рисунок 35 – Регенерация конечности речного рака



Рисунок 36 – Органы чувств речного рака

Половая система речного рака (рисунок 37). Речные раки – раздельнополые животные. Семенники парные. В трубочках семенников происходят процессы созревания половых клеток. Семяпроводы парные. Мужские протоки открываются наружу на восьмом грудном сегменте у основания пятой пары ходильных ног. Сперматозоид имеет дисковидную форму и снабжен длинными лучевидными отростками, характерный для спермиев жгутик отсутствует (рисунки 38, 39).

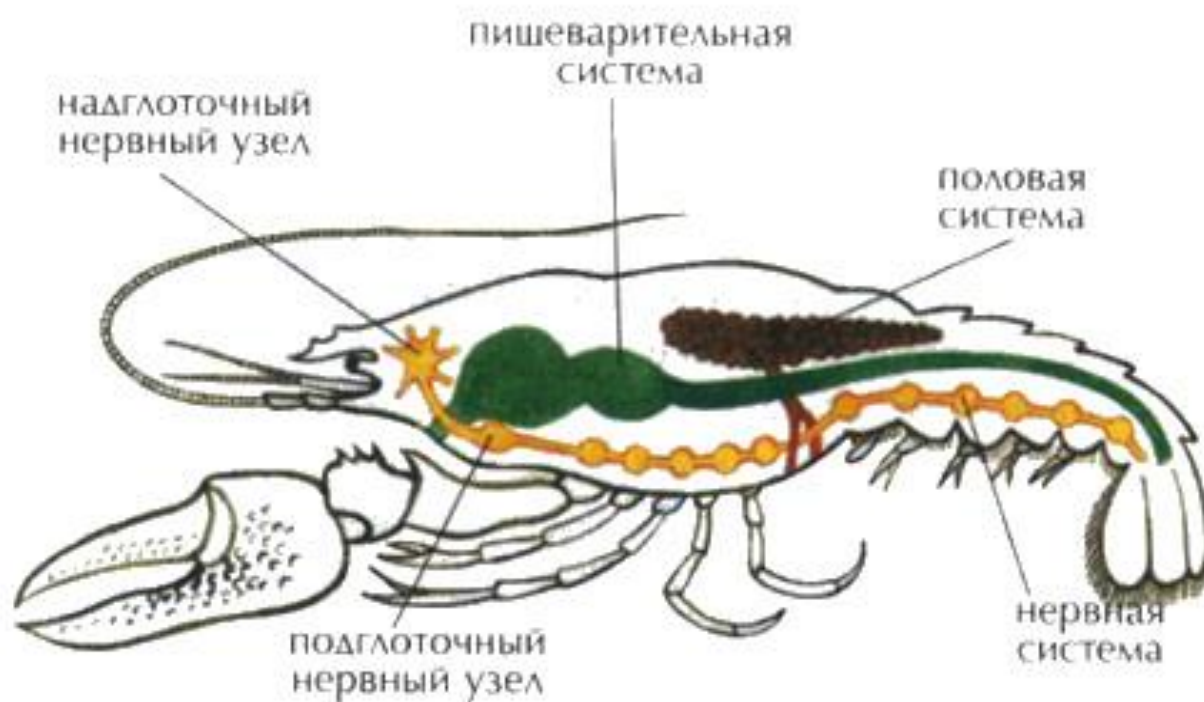
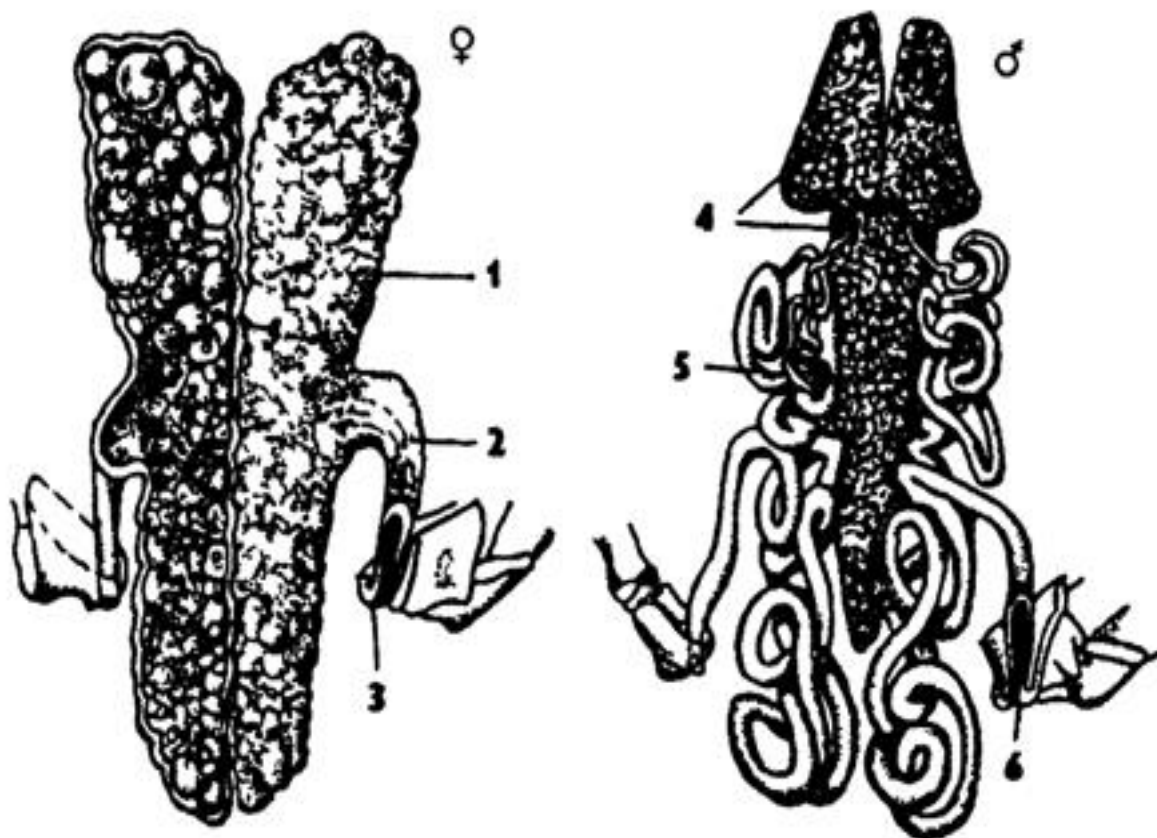


Рисунок 37 – Половая система речного рака

Самцы внешне хорошо отличаются от самок. Часто самцы имеют более сильно развитые клешни, помогающие удерживать самку при спаривании. Особенно четко проявляется половой диморфизм в строении брюшка и его придатков. Передние брюшные ножки самцов преобразованы в копулятивный орган, при помощи которого самец переносит сперматофоры, прикрепляя их к половым отверстиям самки. Нередко брюшко самок бывает шире, чем у самцов (самки носят под ним икру) (рисунок 40).

Строение и расположение женских половых органов сходно с мужскими. В передней части яичник двухлопастной, а в задней – однолопастной. Справа и слева

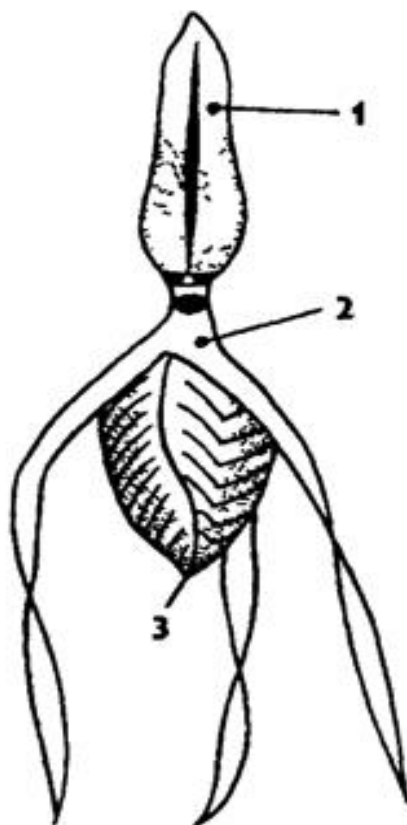
от средней части яичника отходят короткие, не образующие петель, яйцеводы. У речного рака женские половые отверстия находятся на шестом грудном сегменте у основания третьей пары ходильных ног (рисунки 38, 39).



1 – яичник, 2 – яйцевод, 3 – женское половое отверстие, 4 – семенники,
5 – семяпроводы, 6 – мужское половое отверстие

Рисунок 38 – Половая система самки и самца речного рака

Самцы речных раков находят самок, руководствуясь чувством обоняния и осязания. Непосредственно перед спариванием самка линяет. После линьки самки наступает спаривание. Самцы длиннопалых раков достигают половозрелости на третий год при длине тела не менее 6-7 см, а самки – только на четвертый год при длине тела 7-8 см [53], [66].



1 – хвостовая часть, 2 – шейка с 3 отростками, 3 – головная часть

Рисунок 39 – Сперматозоид речного рака (по И.Х. Шаровой)

Спаривание происходит либо осенью (октябрь – ноябрь), либо в конце зимы – начале весны (февраль – март). Россия – страна большая, все зависит от региона.

Продолжительность спаривания – 15–20 дней. В период спаривания самец становится более агрессивным и подвижным. Заметив самку, самец преследует ее, хватая клешнями и переворачивает на спину. Удерживая ее в таком положении, он приступает к копуляции. Из мужских половых протоков сперма порционно выдавливается и сперматофоры прикрепляются между III и V переоподами самки. При этом сперма не проникает в половые протоки самки, а застывает в виде молочно-белой массы. После спаривания самец теряет интерес к самке (рисунок 41).



Самка



Самец

Рисунок 40 – Различия самок и самцов речного рака

При спаривании самка сильно сопротивляется, старается от самца вырваться и, если самец оказывается слабее, уходит от него. Оплодотворенная самка из-за рьяного сопротивления уходит от самца очень потрепанной, поэтому иногда гибнет, и икра пропадает. Она скрывается в норе и выходит из нее только днем, когда самцы отдыхают в убежищах. Самец подряд может оплодотворить 2-3 самки, поэтому он

сильно истощается и бывает настолько голоден, что не может удержаться и съедает последнюю самку.

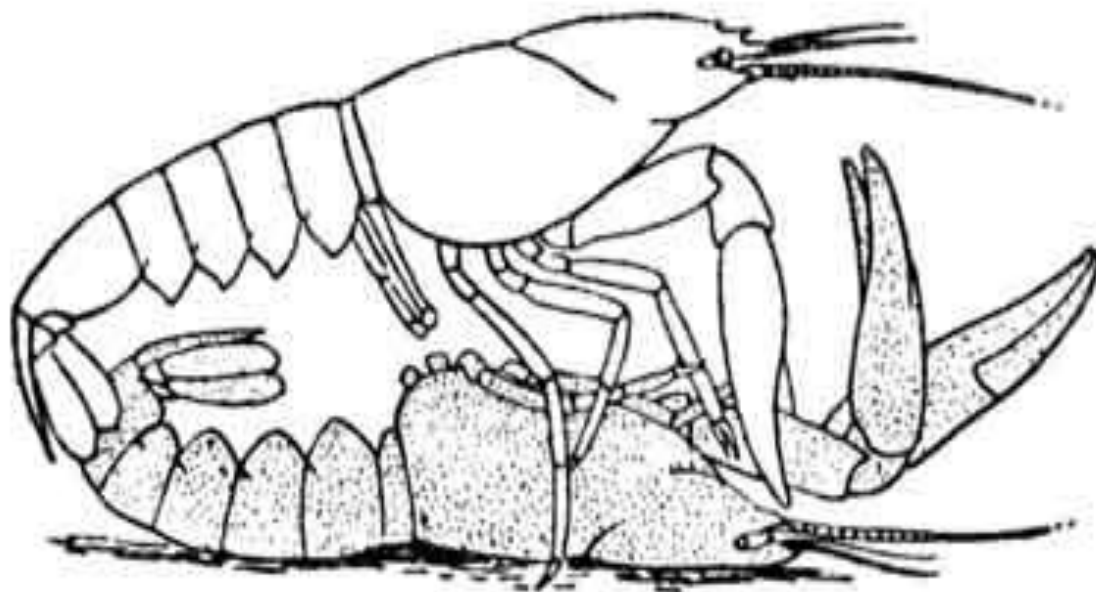


Рисунок 41 – Спаривание речного рака (по Л.А. Зенкевичу)

Важным условием успешного оплодотворения является размер самца. Он должен быть больше самки и иметь нормально развитые клешни. Мелкий самец не может удержать самку. Если же самец пытается спариться с мелкой самкой, большая разница в размерах приводит к изменению места прикрепления сперматофоров.

Промежуток между спариванием и откладкой яиц различен – от нескольких дней до нескольких месяцев. Для откладки яиц самка опрокидывается на спину и подгибает брюшко так, чтобы между ним и нижней поверхностью груди образовалось пространство, куда и попадают яйца. Вместе с яйцами выделяется секрет, растворяющий оболочки сперматофоров, сперматозоиды освобождаются и оплодотворяют яйца. После оплодотворения яйца приклеиваются к щетинкам плеопод при помощи клейкого секрета. Секрет и оболочки яиц вытягиваются в нити, которыми они прикрепляются к плеоподам вплоть до вылупления молоди.

Яйца остаются прикрепленными к брюшным ножкам матери в течение продолжительного времени. Это самый тяжелый и ответственный период в жизни самки. Икра требует постоянного промывания водой, обогащенной кислородом, поэтому самка беспрестанно гонит воду под плесом, подгибая и разгибая конец хвоста (рисунок 42).



Рисунок 42 – Яйца речного рака на плеоподах самки

В спокойной воде, особенно когда самка сидит в норе, вода застаивается, обедняется кислородом и обогащается продуктами обмена веществ, из-за этого икра погибает. Кроме того, икра легко повреждается мелкими беспозвоночными — водяным скорпионом, жуками — гладышем и плавунцами. Самка постоянно промывает икру, очищает ее от грязи, нитчатых водорослей и плесени. При этом часть икринок отрывается от плеса, падает на дно и погибает.

Речные раки не имеют планктонной личинки, а из яйца выходит более или менее сформировавшийся рачок. Из-за отсутствия планктонной личинки у раков произошло уменьшение числа яиц, увеличение их размеров и появилась забота о потомстве. В зависимости от погоды и места обитания вылупление проходит в начале или середине лета (июнь, июль) [51], [56].

Вылупление и развитие речного рака происходит следующим образом. Рачок вылупляется из икры, разрывая яйцевую оболочку вдоль нижней части тела зародыша движением брюшка и конечностей. Около часа после вылупления он остается практически неподвижным и за это время заметно увеличивается в размерах. Вылупившаяся особь повисает на так называемой «гиалиновой нити», которая тянется от ее хвостовой лопасти до стебелька яйца. Через 2-3 суток эта нить обрывается, но рачок ухватывается за стебелек или оболочку икринки клешнями, которые сильно заострены и имеют на концах загнутые крючки. В таком положении рачки пребывают от 1 до 4 дней (в зависимости от температуры воды), питаясь желтком из желточного мешка, который находится под спинным щитком головогруды.

Чаще всего в литературе молодь рака первых стадий именуют личинками. Но личинками называют несколько первых ювенильных стадий, которые имеют морфологические отличия от взрослых особей. То есть, личинками следует называть молодь первых двух стадий. На практике же термин «личинка» применяется к молоди рака вплоть до конца лета.

Молодь I стадии (личинка I стадии) сильно отличается от взрослого рака. Ее грудь имеет вздутую форму, брюшко непропорционально маленькое. Рострум маленький и загнут вниз. Под прозрачными покровами грудного отдела просвечивается желточный мешок красновато-рыжего цвета. Переоподы по своему строению на этой стадии отличаются от взрослых раков, они слегка изогнуты, имеют круто загнутые назад крючки. Это связано с необходимостью прочно удерживаться за плеоподы самки.

Характерной особенностью личинок I стадии является почти полное отсутствие щетинок на конечностях и теле. На месте будущих щетинок

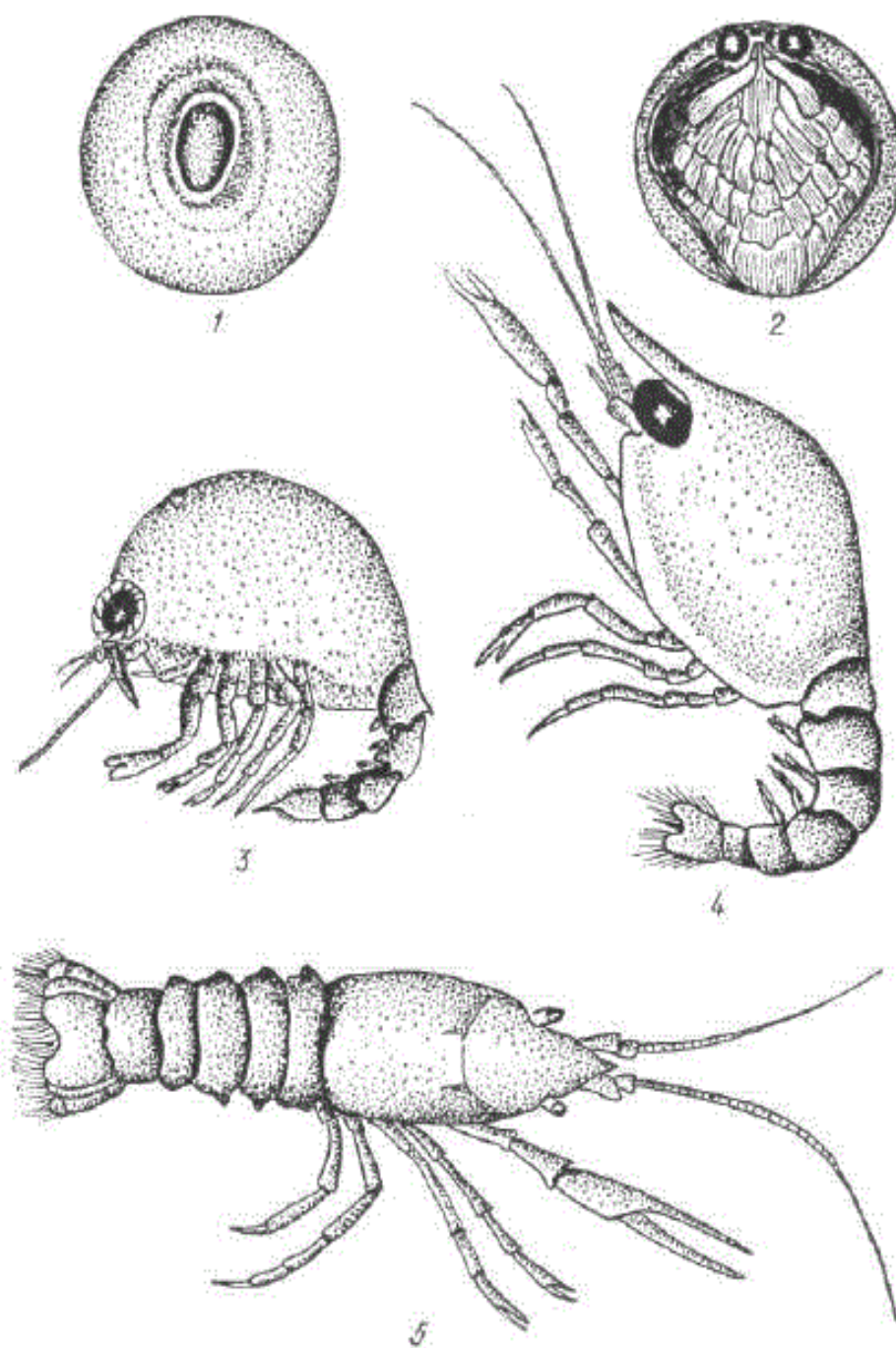
расположены выросты кутикулы – щетиночные предшественники, имеющие вид шипиков. Щетинки имеются только на части конечностей, участвующих в дыхании.

Первая пара плеопод отсутствует, на их месте с трудом можно заметить небольшие выросты кутикулы. Определить пол на этой стадии по внешним признакам невозможно. Брюшко рачка на этой стадии оканчивается округлой лопастью, которая несет внутри себя зачатки тельсона и уropод. Всю первую стадию рачки малоподвижны и висят под брюшком самки, вцепившись в ее плеоподы и остатки яйцевых оболочек. Самка в этот период совершает активные движения плеоподами, снабжая молодь богатой кислородом водой.

II стадия развития молоди (личинка II стадии) начинается после ее первой линьки, которая наступает на пятый день после вылупления. Желточный мешок к этому времени исчезает, грудь удлиняется, панцирь становится тверже, чем у личинок первой стадии, рострум выпрямляется, личинки поедают яйцевую оболочку. На расширившемся тельсоне появляются веерообразно расположенные щетинки. Личинки становятся очень подвижными, нередко в поисках пищи уходят далеко от самки, но в случае опасности прячутся под ее брюшком (плесом).

После второй линьки молодь переходит в III стадию, приобретает внешний вид взрослого рака, ведет самостоятельный образ жизни и окончательно покидает самку. У молоди на этой стадии появляется сформированный хвостовой веер (рисунок 43).

Рачки III стадии растут до полного затвердевания панциря (размер 1,2 см, масса 34,6 мг). На сроки и количество линек очень влияет температура воды. На юге России молодь растет в основном 2,5-3, 5 месяца. За этот период происходит 6-9 линек, так как в прудах температура воды обычно выше, чем в естественных водоемах. К концу сезона молодь III стадии переходит в стадию сеголеток и достигает 5-6 см длины и массы около 6 г (иногда 7,8 и 14 г) в искусственных водоемах и, соответственно, — 3 см и 8-10 г в реках.



1 – ранняя стадия икринки, 2 – поздняя стадия икринки (перед выклевом, стадия «глазка»), 3 – молодь I стадии на плеоподах самки, 4 – молодь II стадии частично на плеоподах самки, 5 – молодь III стадии

Рисунок 43 – Развитие речного рака

Двухлетние раки за теплый сезон линяют в прудах 8-9 раз и достигают промысловой длины 10 см, массы 32 г, а некоторые даже максимального размера — 12,3 см и 70,5 г веса.

Молодь, выращенная в реках и озерах, достигает промысловых размеров на третье или четвертое лето. Выживаемость сеголеток в прудах при хорошей кормовой базе за вегетативный период значительно больше (85-90 %), чем в естественных водоемах (10-15 %). Высокий темп роста и выживаемость молоди речных раков объясняются хорошими кормовыми и температурными условиями, которые они находят в искусственных водоемах, в то время как в реках молодь не получает даже минимального рациона, покрывающего расходы энергии на поиски пищи и обмен веществ в организме [27], [31], [36].

1.4 Образ жизни, экология

Речные раки в естественных условиях обитают в тихой проточной воде, заселяя реки, протоки, каналы и крупные ручьи, а также озера и проточные пруды с тенистыми берегами, прячутся в норах, под корягами или корнями больших деревьев, растущих на берегах водоемов (рисунок 44). Дышат они сложно устроенными жабрами, но при высокой влажности могут некоторое время дышать также атмосферным воздухом.

Речные раки очень требовательны к качеству воды, и при ее загрязнении или цветении покидают такой водоем и переселяются в тот, где находят благоприятные условия. Наиболее требователен к условиям среды широкопалый рак, поэтому он обычно обитает в реках, протоках и больших озерах. Особенно речные раки требовательны к содержанию в воде кислорода, который должен быть в пределах 6-8 мг/л. Они также плохо переносят очень кислую среду, поэтому концентрация водородных ионов в воде должна быть нейтральной или в крайнем случае слабощелочной (рН 7-9). Оптимальная температура воды в период роста и размножения речных раков 17°C - 18°C, хотя адаптивные возможности взрослых шире: 4°C - 28°C. Ухудшение качества воды в водоеме в зимнее время ведет к

полной гибели популяции речных раков. Поэтому при разведении этих животных в приусадебных хозяйствах следует с особой осторожностью относиться к качеству воды, поступающей в водоем, особенно на берегах, где находятся дачи и деревни. Вода должна содержать много минеральных веществ, в частности ионов кальция (10-60 мг/л). В воде, бедной минеральными веществами, панцирь у раков становится мягким [27].



Рисунок 44 – Естественная среда обитания речных раков

Широкопалый рак предпочитает песчаный или каменистый грунт (известняк), поэтому он редко выкапывает норы, а в качестве убежища использует чаще коряги или сидит под камнями (рисунок 45).



Рисунок 45 – Убежища рака

Чаще всего раки строят норы на отвесных тенистых берегах, где мало солнца. К примеру, в Краснодарском крае это обязательно камыши, где по берегам растут ива, верба, акация. Стремление укрыться в норе является следствием наличия у речных раков тигмотаксиса (стремления спрятаться в тесном, со всех сторон закрытом, убежище). Норы представляют собой слепые углубления. Размеры нор колеблются (в среднем): длина – от 10 до 40 см, ширина – 5-20 см, высота – от 3 до 18 см. Зимой норы раков расположены на самом дне, а летом – ближе к краю берега, в зависимости от температуры (рисунок 46).

Длиннопалые раки при выборе убежищ менее прихотливы, чем широкопалые, и часто используют в качестве укрытий углубления дна. Ракам не обязательно самим рыть нору, главным для них является само убежище, его размеры и удобство расположения. Эта особенность позволяет использовать при культивировании речных раков искусственные укрытия: керамические и пластиковые трубки, горшки и т.п. Убежища особенно важны в период линьки.



Рисунок 46 – Норы речных раков

Раки роют свои норы с помощью ног и хвоста, опираясь на передние клешни. Хвосты ракам нужны не только для рытья нор, но и для плавания. Плавают они задом наперед и при этом бьют хвостами по воде (рисунок 47). Очень редко бывает, что раки, покидая водоемы с загрязненной водой, передвигаются по суше. Самки раков всегда сидят в норах поодиночке, а самцы во время зимовки нередко собираются группами [32], [53], [57].

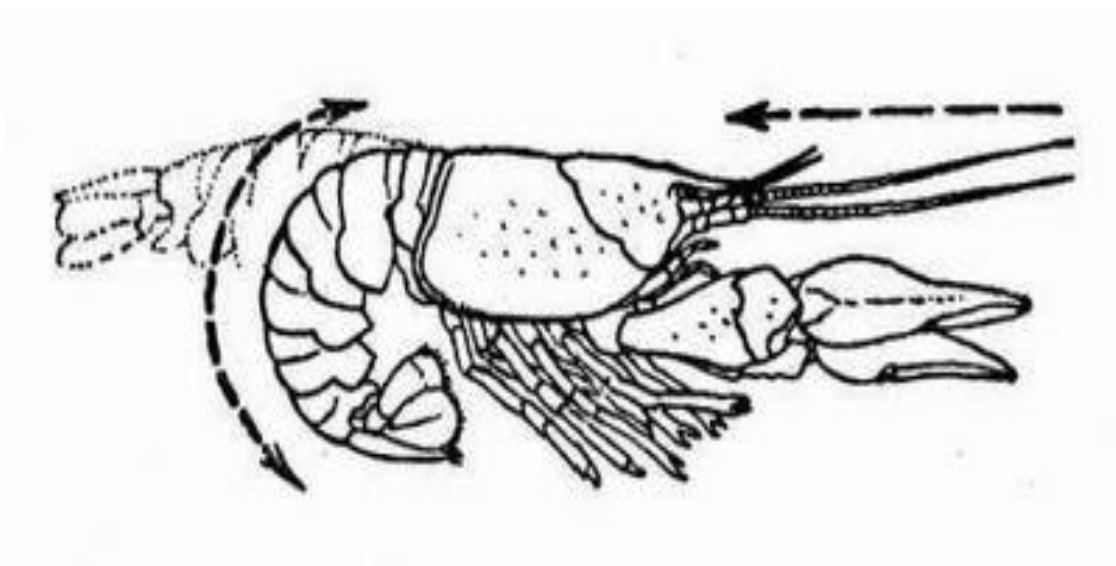


Рисунок 47 – Схема плавания речного рака (по А.И. Рахманову)

Речные раки активны преимущественно в сумеречное время суток. Днем они затаиваются в различных убежищах. С наступлением сумерек рак выходит из убежища на охоту в поисках пищи. Обычно он передвигается по дну водоема и очень редко плавает. Иногда в поисках пищи выходит на берег, почуяв запах падали, которую он очень любит. В очень редких случаях взрослого рака можно встретить на суше днем (рисунок 48). Как и у других холоднокровных животных, активность раков зависит от температуры воды, а также от присутствия хищников в водоеме. Они чувствительны к выделяемым хищниками веществам и становятся осторожнее.



Рисунок 48 – Речные раки на суше

Длиннопалые раки, в отличие от широкопалых, активны весь год, поэтому возможен их зимний промысел. Они чаще живут на мягких, глинистых почвах и прячутся в норы, вырытые в обрывах рек.

Линька речных раков происходит один-два раза в год у взрослых особей, а у молоди каждый раз при росте и развитии (рисунок 49). Сроки наступления линьки различны и зависят от местности, в которой обитают раки. Первая линька речных раков, например, в водоемах Северо-Запада России, наступает в конце мая-июне. В нижнем течении Волги самцы и самки линяют два раза в год. Первая линька самцов и яловых самок в этом регионе начинается примерно 15 июня, а к 30 числу этого же месяца она заканчивается. Размножающиеся самки приступают к первой линьке сразу же после того, как личинки становятся самостоятельными и покидают ее, а заканчивают линьку 10 июля. В пойме и дельте Волги линька начинается при температуре воды 22°C - 26°C. Вторая линька раков в этих местах проходит с конца августа по 10 сентября. При низкой температуре она идет вяло и может продолжаться до половины октября.



Рисунок 49 – Линька речного рака

Линька у речных раков регулируется гормонами. Гормон линьки – экдистероид, синтезируется в эпителиальной эндокринной железе, расположенной в максиллах. Процессы, связанные с линькой и сам процесс линьки одинаковы для всех возрастных групп, но линяют молодые особи чаще, а с возрастом промежутки между линьками возрастают.

Пресная вода, в отличие от морской, не предоставляет речным ракам необходимого для затвердения покровов после линьки количества кальция. Это привело к появлению у речных раков следующей адаптации. Перед линькой происходит размягчение старой кутикулы и выведение из нее кальция. Кальций депонируется в гепатопанкреасе и на внутренней стенке желудка в виде «жерновков». После линьки «жерновки» под воздействием ферментов гепатопанкреаса освобождают кальций, который расходуется на строительство нового панциря (рисунок 50).



Рисунок 50 – «Старый» панцирь речного рака

Перед линькой под старым панцирем формируется новый, еще мягкий, не содержащий солей кальция. Старый панцирь в процессе линьки лопается на границе между грудью и брюшком. Речные раки при этом, как впервые описал еще Реомюр в 1712 году, опрокидываются на спину и начинают резко сгибать брюшко и конечности, вследствие чего и образуется щель в старом панцире. Она занимает обычно 10-30 минут, но затвердевание нового панциря требует гораздо более продолжительного времени (рисунок 51).

До тех пор пока не затвердел новый панцирь, раки остаются совершенно беззащитными, на это время забиваются под камни или в другие убежища, где они оказываются в безопасности, и там мужественно переживают тяжелый для них период жизни [55], [66].



Рисунок 51 – Процесс линьки рака

Раки обладают превосходным зрением и обонянием. Они различают запахи на значительном расстоянии, как в воде, так и на суше. Завидев какой-нибудь предмет красного цвета, брошенный человеком на дно реки, они устремляются к нему со

всех сторон, принимая его за кусок мяса. Тухлую рыбу речные раки обнаруживают с более далекого расстояния, чем свежую, которую обнаруживают по цвету. Добравшись до добычи, они набрасываются на нее, часто между собой ссорятся из-за наиболее лакомого куска. Крупные раки при такой потасовке отбирают лакомый кусок у менее проворных и молодых, пока сами не наедятся. Стычки сильно отличающихся по размеру и физическому состоянию особей, могут закончиться гибелью или серьезными травмами более слабой особи (рисунок 52).



Рисунок 52 – Драки раков

Речной рак является объектом местного промысла в нашей стране и искусственного разведения во многих странах Европы. В России в настоящее время этот промысел по ряду причин стоит далеко не на том уровне, на котором он должен быть при правильной организации ракового хозяйства и добычи в естественных водоемах. Между тем промысел речных раков до начала XX столетия в нашей

стране был очень распространен и доходен. В западных регионах дореволюционной России в некоторых хозяйствах речные раки разводились искусственным путем для производства очень вкусных и дорогих консервов, которые отправлялись в европейские страны. В водоемах Заволжья по степным речкам и озерам обитали особенно вкусные и крупные раки, где их промысел был широко распространен и давал большой доход.

В настоящее время хорошо налаженного промысла раков нет, чаще их добыча проходит стихийно, и приносит хороший доход жителям сельской местности, но сильно подрывает запасы этих животных в естественных водоемах (рисунок 53). Речной рак является ценным объектом промысла благодаря высоким качествам и питательности его мяса.



Рисунок 53 – Промысел речных раков

Чтобы повысить запасы речного рака в естественных водоемах, необходимо вести правильное хозяйство, которое предполагает проведение биотехнических мероприятий в реках и водохранилищах и искусственное разведение в прудах. Так мы сможем полнее использовать наши естественные водоемы, где отсутствуют эти полезные животные, и повысить добычу речных раков, извлекая прибыль как на ракоразводных фермах, так и в прудах личных хозяйств.

2 Культивирование речных раков

(по работам Н.Я. Черкашиной, Е.Н. Александровой, Р.Р. Борисова с соавт.)

2.1 Хозяйства и методы культивирования

Хозяйства по культивированию речных раков могут быть полно- и неполносистемными. В первых получают личинок, подращивают молодь до жизнестойкой стадии и выращивают ее до товарного размера. Во вторых получают личинок и подращивают в течение нескольких месяцев до жизнестойкой молоди или до стадии сеголеток. В естественных водоемах пополнение и восстановление популяций речных раков осуществляется за счет выпуска молоди, полученной в заводских условиях.

В настоящее время существует два основных метода культивирования речных раков – экстенсивный и интенсивный.

При экстенсивном методе максимально используются ресурсы водоемов и биологические особенности выращиваемых видов. Инкубация икры проводится на самках в прудах, искусственных или естественных водоемах, садках. Корма задаются только самкам в период нереста и молоди. Человек участвует лишь в своевременной сортировке и пересадке раков. Преимуществами данного метода являются: минимальные затраты на строительство хозяйства, корма, условия содержания раков приближены к естественным, вследствие чего, молодь более жизнеспособна, использование естественной кормовой базы, минимальное привлечение трудовых ресурсов. Недостатки данного метода – низкая ракопродуктивность и зависимость от природных условий.

При интенсивном методе культивирования используются высокие плотности посадки, кормление на всех стадиях жизненного цикла. Инкубация икры проводится в специальных аппаратах, установленных в инкубационном цеху. Преимущества метода – высокая ракопродуктивность и максимальный контроль человека. К недостаткам интенсивного метода культивирования относят: затраты на строительство и оснащение инкубационного цеха, корма, электроэнергию,

трудоемкость, увеличение риска каннибализма и возникновения заболеваний при высоких плотностях посадки.

Получение молоди речных раков можно осуществлять, совмещая элементы интенсивного и экстенсивного методов. В таком случае инкубация икры проводится на самках, которые содержатся в бассейнах с контролируемыми условиями, или в инкубационных аппаратах. Плюсы данного метода – возможность контроля и регулирования процессов инкубации, выклева, удобство обслуживания. Минусы – дополнительные затраты на строительство и оснащение инкубационного цеха, электроэнергию, трудоемкость.

Очевидно, что для повышения ракопродуктивности водоемов необходимо использовать разные способы получения жизнестойкой молоди.

Трудности разведения речных раков определяются небольшим числом икры у самок и высокой требовательностью к качеству водной среды. С первым ограничением связана необходимость при разведении раков использовать большую численность производителей: для получения 10 тыс. личинок широкопалого рака требуется не менее 200 икряных самок. Второе свойство раков – требовательность к качеству водной среды – определяет постоянное поддержание его высокого уровня [1], [7], [27], [30], [37], [64].

2.2 Формирование маточного стада речного рака

Культивирование речных раков в современных условиях предусматривает качественную заготовку производителей. Самок и самцов рака для формирования маточного стада чаще всего заготавливают из природных популяций. Прежде чем приступить к заготовке, необходимо провести ряд дополнительных исследований. А именно: определение видовой принадлежности раков из естественных популяций, оценка плодовитости самок, мясистости, определение численности и размерного состава для оценки допустимого изъятия, ветеринарное обследование раков. Кроме того, для сравнения природных условий с условиями в водоемах, где планируется выращивание раков, необходимо определение гидрохимических, гидрологических,

гидробиологических параметров в водоеме, откуда планируется заготовка производителей. Рекомендуется вылавливать посадочный материал из водоемов, сходных по природным условиям с водоемами раководного хозяйства.

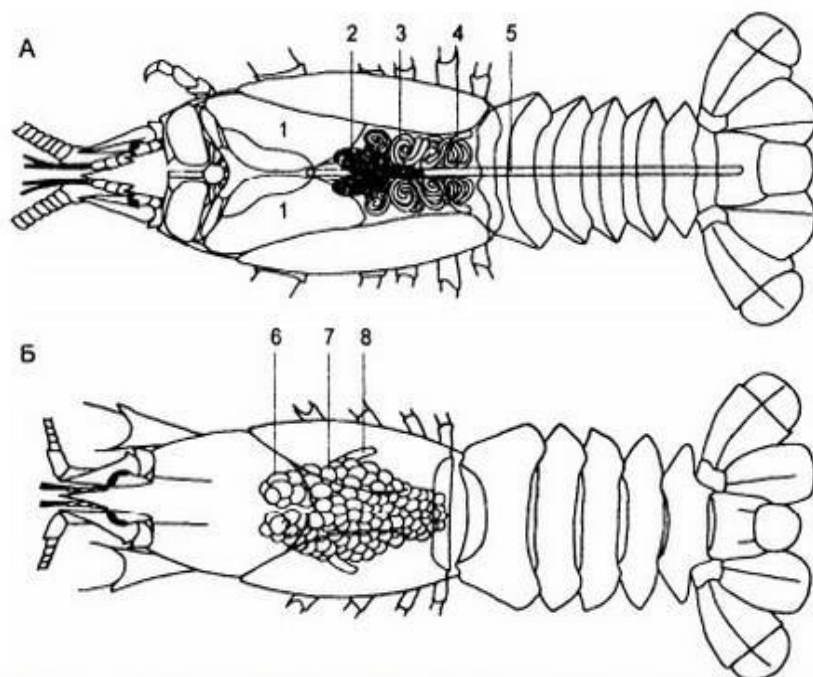
Большинство отечественных и зарубежных авторов [3], [8], [25], [27], [32], [35], [40], [42], [49], [61] сходятся во мнении, что лучшими по физиолого-биохимическим и раководно-биологическим показателям являются самки и самцы речного рака длиной 12-13 см (допустимо 11-14 см), средней массой 54 г (самки) и 63 г (самцы), которые существенно влияют на урожайность популяции, именно их следует отбирать для формирования маточных стад [64]. Более крупные самки приносят большее количество икры, а самцы для нормального спаривания должны быть больше или равны по размеру самкам. Как правило, потомство от крупных особей более жизнеспособно (рисунок 54).



Рисунок 54 – Производители речного рака

Половая зрелость самца достигается при его длине 6-7 см. Это происходит на 3-4 год выращивания гидробионта. Половая зрелость устанавливается при аккуратном поднятии его спинного панциря. У самца, в хвостовой части можно разглядеть завитушки белых трубочек, располагающихся под тонкой «кожей». Это не паразиты, как многие ошибочно думают! Белый цвет семяпроводам (трубочкам) придает находящаяся в них семенная жидкость (рисунок 55).

Половая зрелость самки достигается при ее длине 8 см, а иногда и при длине 7 см. Это происходит в 4-6 лет ее жизни. Половая зрелость самки устанавливается при поднятии ее спинного панциря. Под панцирем у нее видны икринки, которые могут быть бледно-оранжевыми или коричнево-оранжевыми. Половая зрелость самок определяется еще и по белым прожилкам, которые проходят поперек нижнего хвостового панциря. Эти прожилки являются железами. Железы выделяют специальное вещество, благодаря которому икринки прикрепляются к хвосту самки (рисунок 55).



1 – гепатопанкреас; 2 – семенник; 3 – семяпровод; 4 – семяизвергательный канал; 5 – задняя кишка; 6 – яйцеклетки; 7 – яичник; 8 – яйцепроводы

Рисунок 55 – Репродуктивная система самца (А) и самки (Б) речного рака

В процессе отбора производителей оценивается их физиологическое состояние (активность, оборонительные рефлексы, подвижность, наличие травм, признаков каких-либо заболеваний). Жизнестойкость определяют следующим образом: особь берут посередине груди со спинной стороны и, если рак энергично поднимает клешни вверх, он пригоден для разведения. Слабые особи с опущенными клешнями и пузырьками пены у челюстей выбраковываются (рисунок 56).



Рисунок 56 – Живой и снулый речные раки

Для диагностики состояния самок и самцов раков используют также характеристику гемоцитов гемолимфы и уровень белка в ней. У жизнестойких раков соотношение гемоцитов 0 и III группы больше 1, причем на ювенильные формы приходится 40-60 %, концентрация белка не должна быть ниже 5 мг %. У нежизнестойких особей это соотношение гемоцитов меньше 1, а ювенильные формы практически отсутствуют; концентрация белка падает до критической - 2 мг % [38], [64].

Самок и самцов речного рака следует заготавливать в экологически чистых водоемах. У самок, выловленных в загрязненных водоемах, плодовитость снижается за период нереста на 61 %, а выживаемость - на 38 %. Потомство, полученное от них, более ослабленно.

Отлов икраных самок – довольно трудоемкий процесс. Весной (март-май)

большое количество самок с икрой заготовить невозможно из-за их скрытного образа жизни. Они плохо идут в орудия лова (раколовки, волокуши), использование сетей в местах их концентрации малоэффективно и, кроме того, при изъятии самок из сетей отмечаются большие потери икры. Осенняя заготовка (сентябрь-ноябрь) позволяет выловить необходимое количество производителей для формирования маточного стада и облегчает их транспортировку на хозяйство. Наиболее эффективен лов в ночное и сумеречное время суток. В качестве наживки лучше использовать свежую рыбу (рисунок 57).

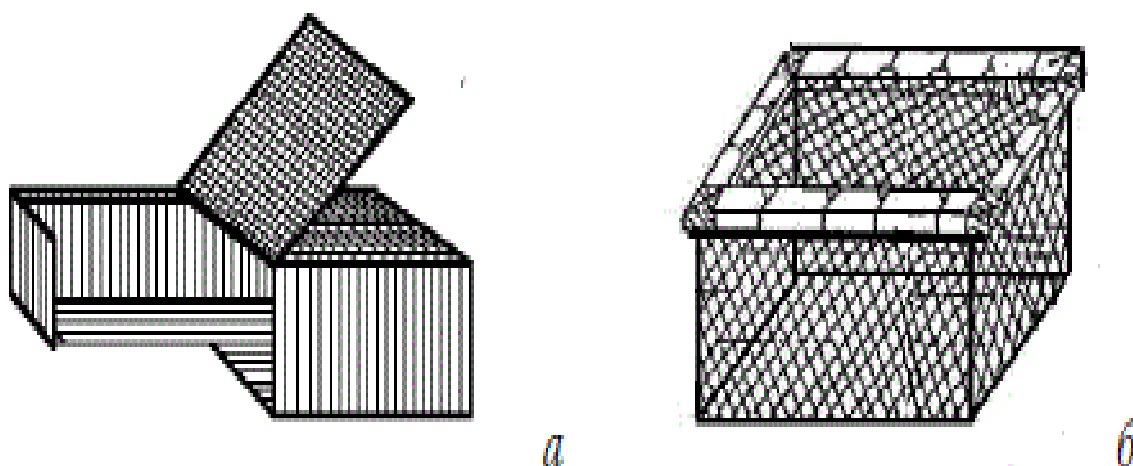


Рисунок 57 – Отлов производителей речного рака раколовкой

Во время заготовки для кратковременного выдерживания производителей раков (до трех-четырех суток) используют деревянные, делевые или металлические (проволочные) плавучие садки, устанавливаемые непосредственно в водоеме, откуда ведется заготовка. Садки, изготовленные из ивовых прутьев, для этих целей

не подходят, так как прутья закисают в воде, покрываются слизью, в которой поселяются патогенные организмы.

Делевые садки размером $1,0 \times 0,5 \times 0,5$ м устанавливают на кольях. Деревянные или проволочные садки представляют собой решетчатые ящики длиной 1,5-2,0 м, шириной 1,0-1,5 м и высотой 0,5-1,0 м (рисунки 58,59).



а – деревянный садок; б – делевый садок

Рисунок 58 – Садки для кратковременного выдерживания производителей речных раков в естественных условиях

Садки устанавливают на таком участке водоема, на котором скорость течения обеспечивает хороший водообмен (0,2-0,5 м/с). Между садком и дном водоема должно оставаться расстояние 40-50 см. Их целесообразно располагать как можно дальше от дорог, людных мест, так как различные посторонние шумы приводят в возбуждение раков. Плотность посадки их в садках не должна превышать 50 штук/м².

Лучшее соотношение самок и самцов 1:1, но допускается 2:1 (с преобладанием самок). Рекомендуемый запас производителей – 20 % [6], [41].



Рисунок 59 – Проволочный садок для кратковременного выдерживания производителей речных раков в естественных условиях

Далее заготовленных производителей речных раков доставляют на хозяйство. При кратковременной транспортировке (до 4-5 часов) можно использовать корзины, ящики, ведра (рисунок 60). Раков размещают на сухой мох, мешковину, древесные опилки в несколько слоев, пересыпают их рубленой крапивой (сухой, но свежей) для питания раков в дороге. Тара должна быть чистой, сухой, сверху крышка с отверстиями для воздуха. Плотность посадки в таком случае обычно не превышает 200 штук (в зависимости от размера тары).

Длительную транспортировку на большие расстояния (в течение 5-48 часов) осуществляют в фанерных ящиках, термоконтейнерах (рисунки 60, 61). Ящики должны быть небольшими, иметь прямоугольную форму и изготовлены из деревянных планок, отстоящих друг от друга на таком расстоянии, чтобы раки не смогли через эти промежутки вылезти наружу, а воздух проникал хорошо. Раков укладывают быстро, без задержки слоями не более 5 рядов, в количестве 100-150

штук в каждый ящик или термоконтейнер, причем каждый их слой разделяют увлажненной марлей, сухим мхом, древесными опилками, пересыпая крапивой. Ящики для упаковки должны быть чистыми, сухими, без постороннего запаха. Для охлаждения емкостей используют хладогенераторы или лед. Необходимо учесть, что линяющие раки не переносят транспортировку, поэтому при отлове их бросают назад в воду.

Отход самок и самцов при транспортировке обычно не превышает 2 % [27].

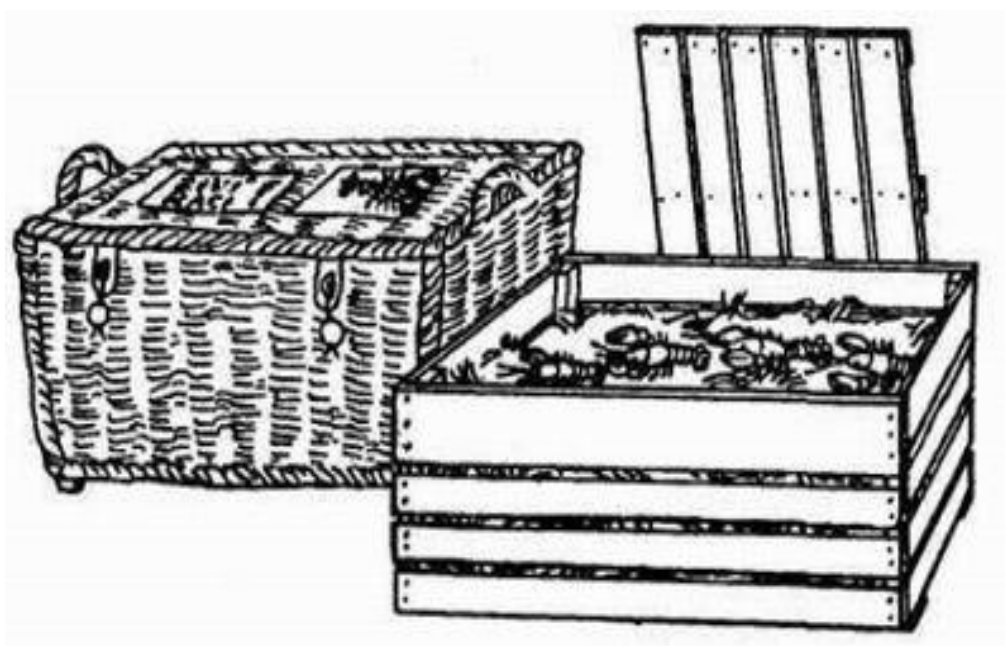


Рисунок 60 – Ёмкости для транспортировки раков



Рисунок 61 – Термоконтейнер для транспортировки речных раков

После доставки речных раков на хозяйство проводят визуальный осмотр: особи с опущенными клешнями, выделяющие пену из ротового отверстия, с признаками инфекционных заболеваний, а также самки, потерявшие много икры во время транспортировки, выбраковываются (рисунок 62). Далее в течение 10-15 минут раков обливают водой или опускают несколько раз в сетчатых ящиках для удаления пузырьков воздуха в жаберной полости, иначе раки могут погибнуть от удушья, т.к. блокируется поступление растворенного кислорода в жабры, а в воздушной подушке скапливается углекислота. Затем отбирают средневозрастные группы (10-14 см, 50-65 г) и выпускают в подготовленные карантинные пруды, где за их состоянием ведется регулярное наблюдение.

Карантинные пруды в раководных хозяйствах служат для временного содержания больных раков или молоди и производителей, завозимых из других хозяйств, выловленных в естественных водоемах. Размещаются они в конце хозяйства, причем расстояние от других категорий прудов должно быть не менее 20 м. Площадь карантинных прудов составляет 0,1-0,5 га, а глубина 1,0 м. Водоснабжение в них должно быть независимым. Использовать карантинные пруды для каких-либо других целей нельзя. Если обнаружено заразное заболевание, то воду после облова раков дезинфицируют и только после этого спускают в общее

русло. Дезинфицируют в этом случае также орудия лова и инвентарь, использованный при облове.



Рисунок 62 – Особь речного рака с опущенными клешнями

По окончании срока карантинизации (не менее 30 суток), если заболеваний не было зарегистрировано, раков выпускают в зимовальные пруды-маточники с плотностью посадки 25 штук/м². Зимой возможно совместное содержание самок и самцов. В осенний и весенний периоды проводят подкормку производителей, в зимний период - работы по предотвращению заморов.

Подготовленных к посадке раков кладут наполовину погруженными у уреза воды головой к центру водоема, предоставив им свободу самостоятельного передвижения. Можно вывезти их в лодке на середину пруда и, погрузив корзину в воду, дать им возможность уйти вглубь.

Маточные зимние пруды служат для содержания производителей раков в зимний период. Размер прудов не более 0,5-1,0 га, а глубины – не менее 1,5-2,0 м. Устройству этой категории прудов следует уделять особое внимание, так как

обеспечение хороших условий для маточного стада – важное условие для получения высококачественного потомства (рисунок 63). Отход производителей за зимовку составляет 15 %.



Рисунок 63 – Маточные пруды

Ежегодная замена производителей раков должна быть не менее 25-30 %. Пополнять маточное стадо можно как из раков, отловленных в естественных водоемах, так и за счет выращенных в хозяйстве [16], [61], [62].

Весной (в апреле-мае) при температуре воды 14°C - 16 °C спускают воду в зимовальных прудах и вылавливают производителей. Проводят их биологический анализ. Самок с икрой пересаживают в нерестовые пруды, бассейны или садки на нерест, а самцов - в подготовленные летние пруды-маточники. После получения личинок и перехода их на самостоятельное питание, самок доставляют в пруды к самцам, соблюдая соотношение полов и плотность посадки (4 штуки/м²). В летний период самцов и самок можно содержать отдельно, объединяя их только на период спаривания.

Во время содержания производителей в летних маточных прудах проводится частичная подкормка (0,7 % от сырой массы тела) в зависимости от плотности особей и продуктивности водоема. В период подготовки производителей к

размножению рацион увеличивают в 2-3 раза. Отход производителей в летне-маточных прудах – 5 %.

Летние маточные пруды предназначены для содержания производителей и ремонта в летний период года. Размеры этих прудов зависят от количества поголовья и могут быть до 3 га, но в большинстве случаев – 1-2 га, средняя глубина – 1,5 м (рисунок 63).

Транспортировать самок с икрой, выловленных из зимовальных прудов, следует с большой осторожностью. При кратковременной перевозке можно использовать корзины, деревянные ящики. В такие емкости площадью 0,2-0,4 м² размещают по 30-50 штук самок. Во время транспортировки самок в течение суток используют термоконтейнеры, наполненные упаковочным материалом, впитывающим избыточную влагу, и размещают внутри хладогенераторы. Самок на большие расстояния можно перевозить непосредственно в убежищах, оба входа которых закрывают упаковочным материалом или сеткой. Этот способ трудоемок, но позволяет значительно снизить стресс [27], [63].

2.3 Подготовка и проведение инкубации речных раков в управляемой среде

Производственный участок для проведения инкубации икры раков готовят заранее, в преднерестовый период. Подготовку оборудования необходимо проводить задолго до начала нереста. Кроме обычных работ по промывке и окраске всех металлических частей оборудования необходимо:

- Проверить целостность оборудования (бассейнов, аппаратов, кранов, флейт и т.п.) и при необходимости провести ремонт или замену;
- Продезинфицировать оборудование, инвентарь. Для дезинфекции используется один из следующих дезинфектантов: 5%-ный раствор хлорной извести (при содержании активного хлора не менее 25 %); 10%-ный раствор свежей негашеной извести; 0,5%-ный раствор марганцевокислого калия; 2-4%-ный раствор формальдегида. Дезинфицирующие растворы готовят перед употреблением и после

обработки объекта выдерживают экспозицию для хлорной извести и формальдегида – 1 час, негашеной извести – 2 часа, марганцевокислого калия – 24 часа. Затем обрабатываемый объект тщательно промывают водой и высушивают.

- В цехе промыть и продезинфицировать окна и стены 10%-ным известковым молоком;
- Заранее приобрести необходимый инвентарь (ведра, тазы, кружки, мерную посуду, чашки Петри и т.п.), а также реактивы и приборы для гидрохимических анализов;
- Проверить систему водоподготовки и водоснабжения.

Если проведение нереста раков планируется в прудах, то помимо ремонта, дезинфекции оборудования, инвентаря необходима дезинфекция нерестовых прудов. По ложу пруда вносят 300-500 кг/га хлорной извести или 2.500-3.000 кг/га негашеной извести. Дезинфекцию прудов рекомендуется проводить при температуре воды не ниже 10 °С.

Существует два метода проведения инкубации речных раков – индустриальный и прудовой. При индустриальном методе инкубация икры раков может осуществляться непосредственно на самках (самки размещаются в специальных бассейнах, аппаратах) или же в свободном состоянии (икра инкубируется в аппаратах). Для каждого из них существуют определенные аппараты и технология. При прудовом методе инкубация икры и дальнейшее выращивание молоди раков проходит в прудах.

Рассмотрим сначала индустриальный метод проведения инкубации речных раков. Инкубация при данном методе проводится в помещении, оборудованном отстойником для осаждения взвеси из поступающей в цех воды, водоподающей и водосбросной сетью, снабжающимися электроэнергией для подключения инкубационных установок. Освещение должно регулироваться в пределах 10-120 лк.

Инкубация икры на самках имеет ряд преимуществ в сравнении с инкубацией икры в свободном состоянии:

- выход личинок раков выше в среднем на 20-25 %;

- не требуется систематическая переборка икры, в результате травматизация выклюнувшихся личинок снижается на 30 %, а затраты рабочей силы и времени на обслуживание аппаратов - в 5-7 раз [65].

Разработано много конструкций аппаратов для получения личинок речных раков на самках. Наибольшее распространение и признание получили аппараты вертикального типа, инкубационные аппараты ИРИК и бассейны типа ИЦА-2 с устройствами.

Аппараты вертикального типа для получения личинок раков представляют собою коробку с отсеками (гнездами) размером 10,5х18,0х5,5 см и с дном, имеющим отверстия (1,3х1,8 см), через которые самки пройти не могут, а личинки свободно проникают в коллектор. Отсеки закрыты крышкой. В каждом отсеке размещают по одной самке. В дне коллектора, где собираются личинки, предусмотрены небольшие отверстия, через которые они выйти не могут. Аппараты располагаются вертикально друг над другом, каждый лежит на подвесной полке, что позволяет изымать его для осмотра без нарушения общего водотока. Стойка включает до 10 аппаратов. Вода подается из отстойника в верхний, и переливается из аппарата в аппарат. Стойки с аппаратами устанавливаются в линию таким образом, чтобы к ним можно было свободно подойти (рисунок 64).

В аппараты самок речных раков сажают, когда икра у них достигает стадии «глазка». Следует отметить, что в этот период интенсивность их питания понижается, но самки продолжают питаться, хотя и менее интенсивно. Данные аппараты не приспособлены к кормлению самок. В связи с этим, выживаемость их в аппаратах в период нереста составляет 96-98 %, в период линьки и до затвердения панциря - только 80 %. Средний выход личинок - 70-75 %. Длина их при переходе на самостоятельное питание достигает 1,0-1,1 см, масса - 29-30 мг. Личинки, полученные в аппаратах, обладают пониженной жизнестойкостью, выживаемость их при подрачивании в течение двух недель составляет 32 % [56], [64].

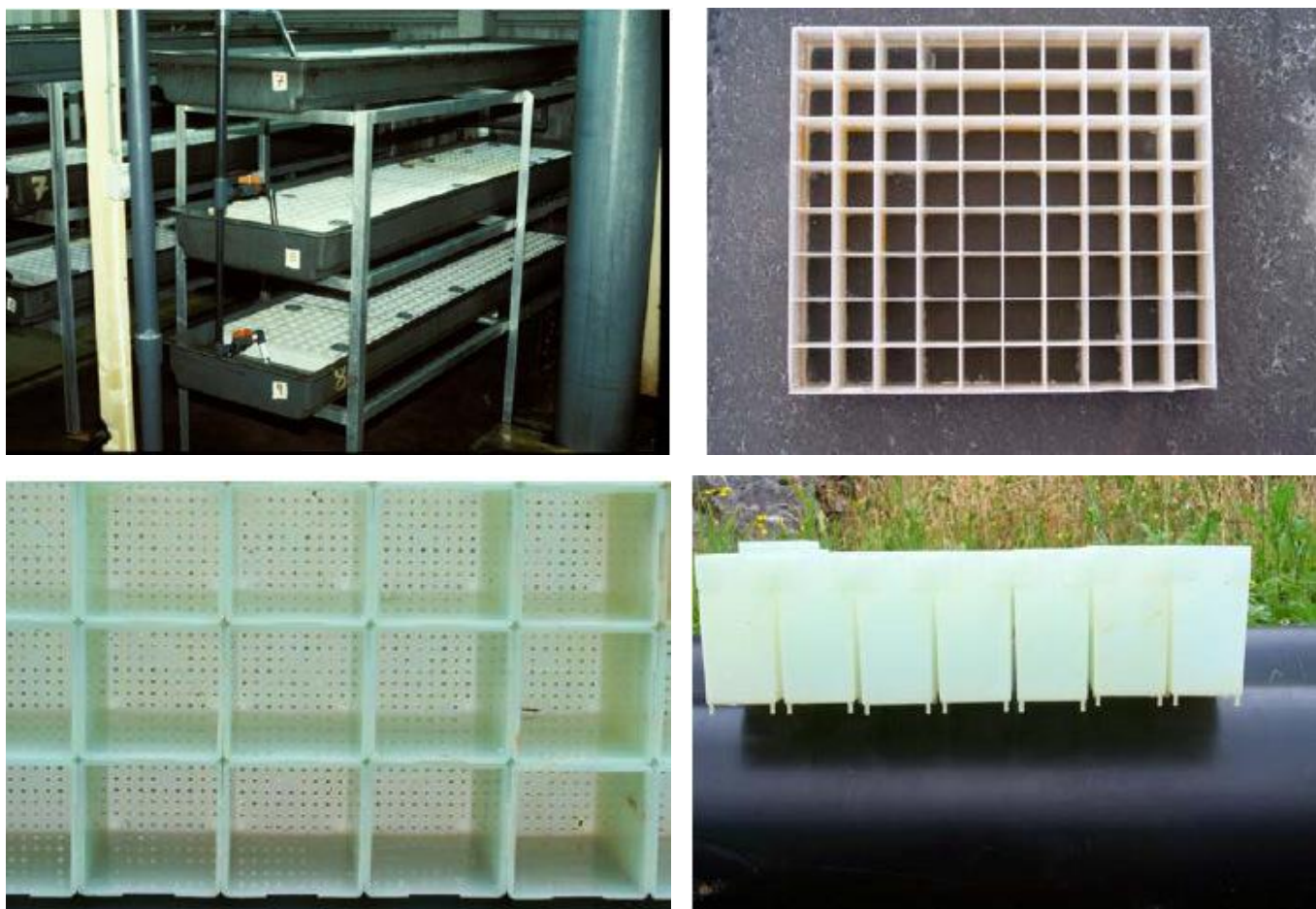


Рисунок 64 – Аппарат вертикального типа для получения личинок раков (стойка с кассетами, кассеты, ячейки с отверстиями)

Инкубационный аппарат ИРИК — ящик с набором ячеек, в каждую ячейку помещается икраяная раковая самка. Ящик изготовлен из деревянных реек толщиной в 1 см. В ячейке первоначально находятся самки с эмбрионами, а далее с личинками раков, которых содержат в аппарате до окончания первой линьки подросшей молоди.

Ячейки ИРИКа рассчитаны на самок средних размеров. Если используются крупные самки, то размеры ячейки увеличивают. Вместимость ИРИК составляет 50 самок рака, размеры ячеек 15,0x5,0x4,5 см. На дне ячейки должна быть щель шириной 1 см, куда будут выходить личинки рака после первой линьки. Одна крышка предназначена для десяти ячеек (в крышке проделывают 20 отверстий диаметром 1 см над каждой ячейкой — делается это для улучшения водообмена).

Крышки располагаются под водой. Крышки должны легко открываться и закрываться, но исключать самооткрывание в воде. Полку с описываемыми ячейками устанавливают в семь этажей в стойку. Стойка - это каркас, изготовленный из деревянных реек 203 см. К нему прикреплены направляющие планки для удержания устройств (202 см). Чтобы закрепить ИРИК в стойке, на его боковых стенках должны быть деревянные рейки 151,5 см, входящие в пазы, образуемые направляющими планками стойки (рисунок 65).

Во время инкубации икры в устройствах ИРИК самок не кормят. Методика выдерживания самок в ячейках достаточно трудоемка, а выживаемость самок ниже, чем при свободном содержании их в лотках, ваннах, бассейнах. После выклева личинок в течение первых двух дней отделяют от самки очень простым способом. Самку погружают в воду и осторожно стряхивают личинок или смывают их струйкой воды в подходящую емкость [45], [52].

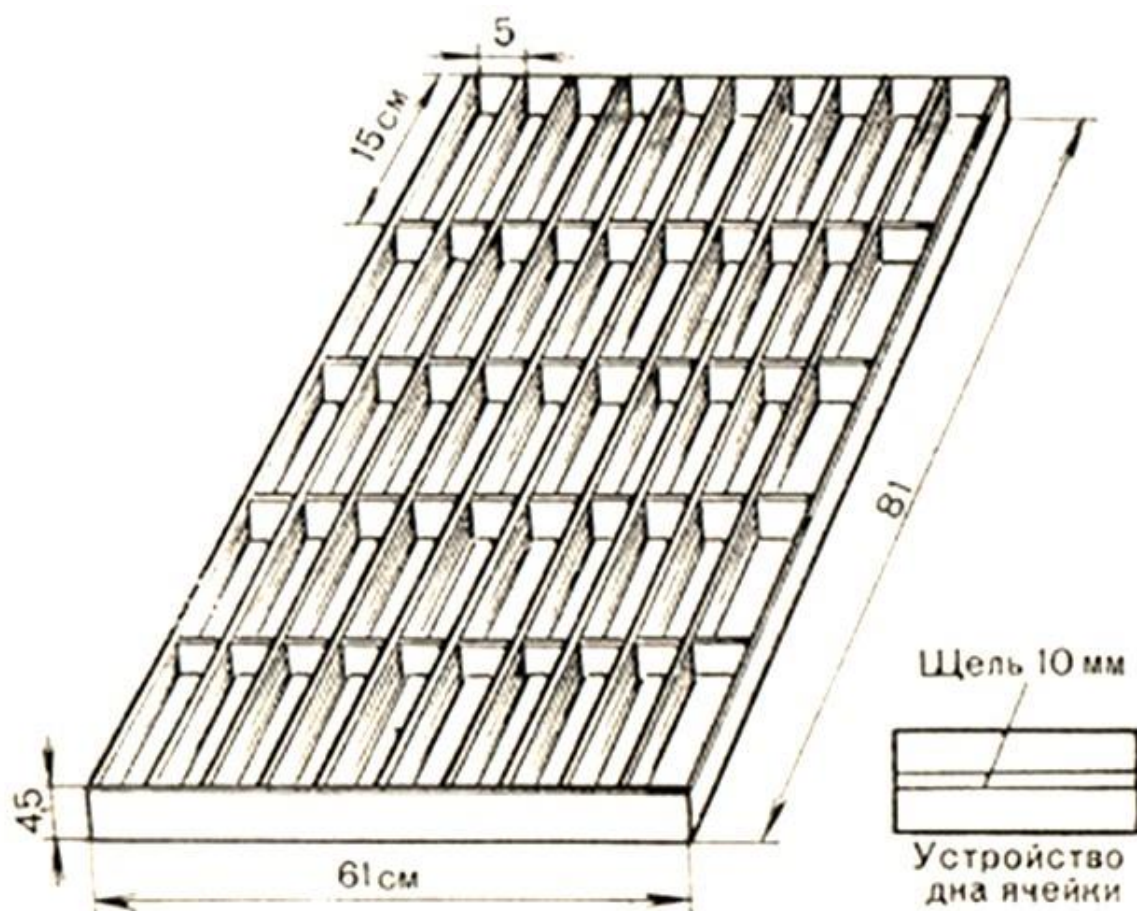


Рисунок 65 – Инкубационный аппарат ИРИК

При инкубации икры и получении личинок в бассейнах типа ИЦА-2 размещают кассеты с гнездами для самок, которые выполнены в виде съемных емкостей в форме усеченного конуса (рисунок 66). После завершения перехода личинок на самостоятельное питание кассеты с гнездами и самками удаляют, а оставшуюся молодь подрашивают в течение 10-12 дней (до массовой их линьки) или 24 дней (после линек).



Рисунок 66 – Кассеты с гнездами для размещения в бассейнах типа ИЦА-2

При таком способе получения личинок самок с икрой сажают в бассейны на любой стадии. В течение всего нереста их кормят, поэтому запас питательных веществ у них не снижается, самки легко линяют после перехода личинок на самостоятельное питание. Это обеспечивает их выживаемость во время нереста в бассейнах на 98-100 %, а в период линьки и до затвердения панциря – на 100 %. Средний выход личинок при данном способе инкубации составляет 95-100 %, а в естественных условиях – 40 %. Жизнестойкость личинок сравнительно высокая, при подрашивании в течение 10-12 дней выживаемость их достигает 62-65 %. Плотность посадки самок в бассейны ИЦА-2 с гнездами – 50 штук/м².

Инкубация икры в свободном состоянии проводится чаще всего в аппаратах Вейса при температуре 18°C - 22 °C и водообмене 2 л/мин (рисунок 67). В конце мая при достижении у эмбриона стадии «глазка» их снимают с плеоподов зубоврачебным пинцетом и закладывают в подготовленные аппараты Вейса. В аппарат на 8 литров загружают около 14.000 эмбрионов. Стремление рачков уцепиться за что-нибудь является рефлексорным. При инкубации и подращивании рачков отдельно от самки в аппаратах Вейса наблюдаются скопления (молодь цепляется друг за друга), что приводит к увеличению отхода [2], [30], [37].



Рисунок 67 – Инкубация икры рака в аппарате Вейса

Для оптимизации условий инкубации икры и получения жизнестойкой молоди раков применяют инкубационные установки с замкнутым циклом водоснабжения. Установка обычно имеет модульную конструкцию. Мощность можно увеличивать, размещая дополнительные модули, не затрагивая существующее производство.

Такая конструкция имеет ряд плюсов: позволяет вводить модули в рабочий режим по мере заполнения, дает возможность получать молодь в разные сроки за счет регулируемых параметров среды, снижает риск гибели большого количества производителей и молоди при отказе оборудования (установки автономны), позволяет локализовать инфекцию в одном из модулей в случае заболевания раков.

Так как речные раки весьма требовательны к качеству воды, во избежание токсического воздействия конструктивных материалов все узлы изготавливаются из пластика, нержавеющей стали и других материалов, не поддающихся коррозии. Металлические поверхности покрываются водостойкой краской, чтобы свести к минимуму их соприкосновение с водой. В системах водоподачи и водосброса используются полиэтиленовые и полипропиленовые трубы, устройство насосов не должно допускать утечки смазочных материалов в трубопроводы (рисунок 68).

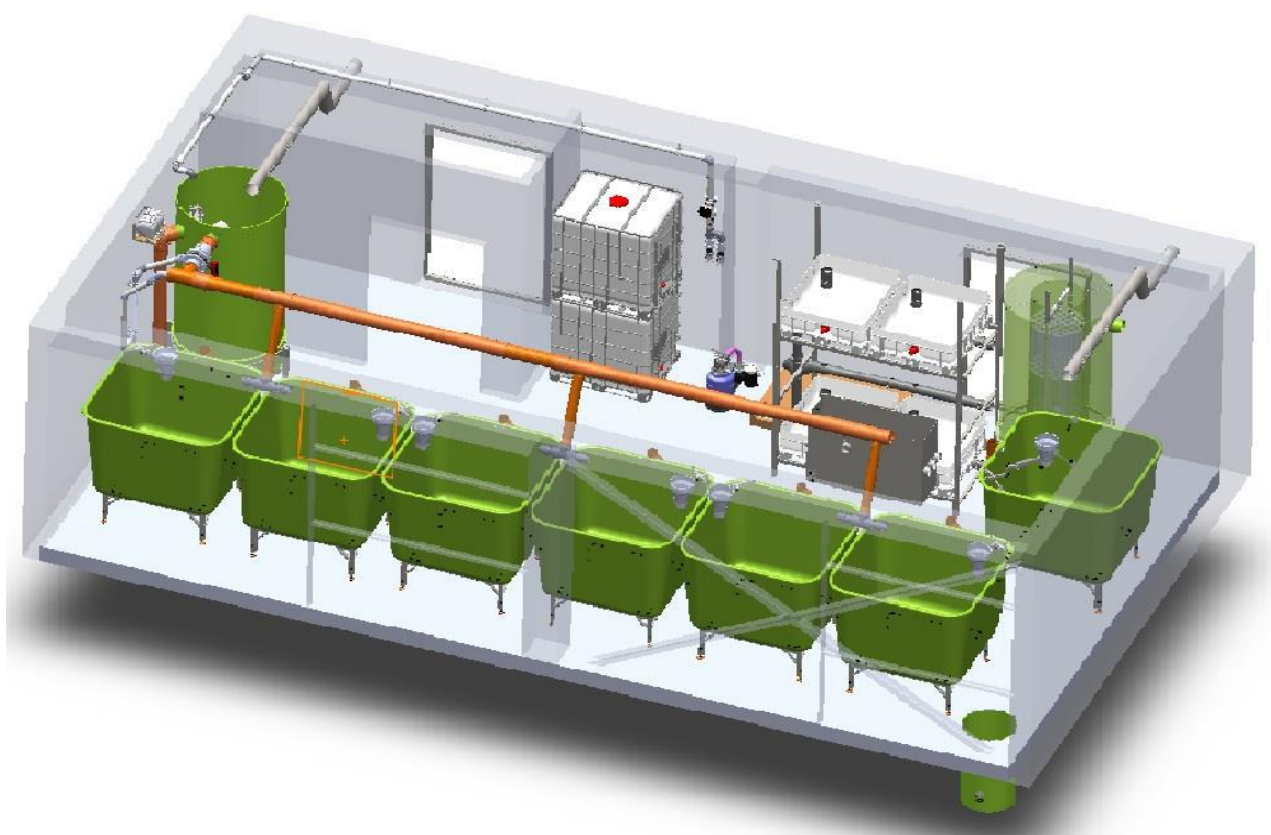


Рисунок 68 – Инкубационная установка с замкнутым циклом водоснабжения

Инкубационные установки с замкнутым циклом водоснабжения могут состоять из следующих элементов: бассейнов ИЦА-2, блока механической и биологической очистки воды, водосброса, аэрации, водоподогрева, автоматического контроля уровня. Принцип работы установки – загрязненная вода из бассейнов, где находятся раки, по закрытому сбросному коллектору самотеком поступает в блок механической и биологической очистки, где происходит очистка от взвеси и продуктов метаболизма. Здесь же вода нагревается до заданной температуры, а затем насосами подается по подводящим трубам в бассейны через флейты [39], [42].

В целях эффективного использования рыбоводных емкостей молодь раков следует получать не менее двух раз. Для этого необходимо первую партию самок доставлять в инкубационный цех после спаривания, вторую – в более поздние сроки, исходя из температуры воды в естественных водоемах или в прудах-маточниках, например, при достижении икрой на самках стадии «глазка» (рисунок 69).



Рисунок 69 – Икрная самка речного рака

После доставки самок рака в инкубационный цех их пересаживают в адаптационные бассейны для выравнивания температур с плотностью 100 штук/м² при водообмене 6 л/мин., температуре воды 12°C - 14 °C и 50 штук/м² - при температуре воды 18°C - 22 °C (рисунок 70). При посадке в адаптационные бассейны проводят визуальный осмотр раков, особи с опущенными клешнями или выделяющие пену из ротового отверстия выбраковываются. После адаптации самок с икрой пересаживают в заранее подготовленные бассейны с устройствами для разведения раков.



Рисунок 70 – Адаптационные бассейны

Контрольное измерение и взвешивание самок проводят два раза за период нереста - перед посадкой в бассейны с кассетами гнезд и после получения личинок (рисунок 71). Выборка для биологического анализа, который желательно проводить в утренние или вечерние часы, должна быть не менее 25 самок. Одновременно

определяют физиологическое состояние самок, которое является непосредственным отражением воздействия экологических факторов среды, для этого берут не менее 10 штук.



Рисунок 71 – Контрольное измерение и взвешивание самок речных раков

Химический состав гемолимфы коррелирует с их физиологическим состоянием. Поэтому для его определения используют наиболее простые и доступные показатели гемолимфы: концентрация белка, кальция, состояние гемоцитов. Состояние гемоцитов определяют по методу Насонова в модификации Орехова, содержание кальция – по методу Мойдина-Зака в модификации Шмидта, белка – с помощью рефрактометра.

У жизнестойких самок содержание белка в гемолимфе не должно быть ниже 5 мг %, а соотношение суммы гемоцитов 0 и I групп к сумме II и III групп должно быть больше 1, причем ювенильные формы гемоцитов составляют 40-60 %. Критическое содержание белка в гемолимфе самок равняется 2 мг %.

У нежизнестойких самок соотношение суммы 0 и I групп гемоцитов к сумме II и III группы меньше 1, в гемолимфе практически отсутствуют ювенильные формы гемоцитов, контуры их нечеткие. Концентрация белка резко падает до критической.

Оптимальное содержание кальция в гемолимфе раков - 9-10 мМ/л.

Анализ гемолимфы у самок следует проводить не менее трех раз: перед посадкой в бассейны, при достижении икрой стадии «глазка» и при переходе личинок на самостоятельное питание [64].

После пересадки самок в бассейны с управляемой средой необходимо строго следить за заданным температурным режимом, который поддерживается с помощью автоматических датчиков.

Самок с икрой сразу после спаривания выдерживают в воде при нерестовой температуре 12°C - 14 °C в течение 7-8 суток, затем в течение 7-10 суток доводят температуру воды до 22 °C и содержат их при такой температуре до вылупления личинок и перехода их на самостоятельное питание.

Наиболее ответственным моментом в эмбриональном развитии раков является период от стадии дробления и миграции ядер к поверхности яйца до стадии бластодермы, т.е. первая неделя после спаривания, поэтому в этот период колебания температуры воды не должны превышать 1 °C.

Обычно самки сами ухаживают за икрой, но иногда в кладках встречаются мертвые икринки, которые имеют ярко-желтую окраску и часто поражены сапролегнией. Их удаляют пинцетом (рисунок 72).



Рисунок 72 – Здоровая икра и икра, пораженная сапролегнией

Содержание самок с икрой при таком температурном режиме позволяет получить жизнестойких личинок на месяц раньше, чем в естественных условиях.

Вторую партию самок с икрой сажают в бассейны с устройствами при температуре 21°C - 22 °C и в течение месяца получают личинок второй раз в сроки, близкие к получению их при естественной температуре.

Кормят самок раков в течение всего периода комбинированным кормом АД-1 или кусочками свежей или мороженной рыбы, мясом моллюсков (рисунок 73). Величина рациона их до достижения икрой стадии «глазка» составляет 0,7 % от сырой массы, затем она снижается до 0,35 % и при вылуплении личинок падает до 0,2 %.



Рисунок 73 – Кормление раков

При кормлении самок необходим обязательный контроль за поедаемостью корма. Кормят самок один раз в сутки вечером или в утренние часы. В качестве

кормушек можно использовать любые небольшие емкости, например, чашки Петри. Для бассейна ИЦА-2 площадью 4 м² необходимо 4 кормушки. Корм следует задавать в одни и те же часы, так как раки привыкают ко времени его дачи и сами подходят к кормовым местам.

В период кормления производится ежедневная чистка емкостей с помощью резинового шланга или сифона (рисунок 74). Учет отхода самок осуществляется ежедневно в каждой емкости. Ослабленных раков, с обвисшими клешнями или признаками развивающегося заболевания немедленно удаляют из бассейнов. Погибших особей собирают сачком, визуально оценивают причину гибели и данные записывают в журнал. Снулых самок уничтожают, инвентарь после использования дезинфицируют в 10 %-ном растворе хлорной извести. На ночь освещение в цеху необходимо отключать.



Рисунок 74 – Сифоны для чистки бассейнов

Следует учесть, что на стадии появления глазных пузырьков икра раков чувствительна к механическим, температурным и иным раздражителям. В этот период следует как можно меньше тревожить самок и не допускать колебаний температуры.

Если производители пойманы в одном водоеме и точно выдержан температурный режим во время инкубации, выклев происходит в течение 3-5 дней. Он приходится на третью декаду мая-первую декаду июня.

После нереста отбраковывают старых, травмированных самок, остальных учитывают по количеству и пересаживают в летние пруды-маточники на нагул к самцам при соотношении 1:1, допустимо -1:2 с преобладанием самок (рисунок 75).



Рисунок 75 – Пересадка самок речных раков в летние пруды-маточники

У раков повышенные требования к качеству воды, поэтому в период получения личинок и их подращивания при сверхплотных посадках и кормлении требуется постоянный контроль воды.

Допустимые пределы гидрохимических показателей воды в период получения личинок и их подращивания приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химические показатели воды при получении и подращивании личинок речных раков (по Н.Я. Черкашиной, 2007)

Показатели	Оптимальные значения
Кислород, мг/л	6-8
Активная реакция среды, рН	7,2-9,0
Щелочность, мг экв./л	1,0-1,3
Жесткость общая, мг экв./л	5-8
Окисляемость, мгО/л	6-10
Аммонийный азот, мг/л	0,39
Нитриты, мг/л	0,01
Нитраты, мг/л	0,02
Аммиак, мг/л	0
Фосфаты, мг Р ₂ О ₅ /л	0,2-0,5
Кальций общий, мг Са ²⁺ /л	35-70
Магний, мг Mg ²⁺ /л	До 10-21
Соленость, г/л	Пресная
Прозрачность	Слегка мутная

Содержание растворенного кислорода в воде и активная реакция среды (рН) – одни из главных показателей качества воды при получении личинок и их подращивании, поэтому они должны контролироваться ежедневно, желательно с помощью автоматических датчиков. При падении кислорода в воде до 2,9-1,2 мг/л самки в светлое время суток покидают убежища, интенсивно взмахивая плеоподами, а молодь раков собирается у труб, по которым поступает вода, и только при его повышении она распределяется равномерно по всему бассейну.

Вода в бассейнах с объектом должна иметь щелочную среду, так как при кислой наблюдается угнетение роста молоди, панцирь становится мягким и тонким, что нежелательно.

На получение личинок раков и их подращивание оказывает отрицательное

влияние накопление продуктов обмена. Так, при содержании кислорода в воде ниже 5 мг/л, аммонийного азота – 0,42 мг/л, нитратов – 0,21 мг/л, при температуре 22 °С в бассейнах с управляемой средой происходит отторжение икры у самок и начинается гибель самих самок (1 %), а молодь при подращивании отказывается от корма, наблюдается угнетение роста и отмечается гибель.

Контроль за параметрами среды в цеху с управляемой средой лучше проводить с помощью автоматических датчиков (рисунок 76).



Рисунок 76 – Контроль за параметрами среды

При максимальной загрузке бассейнов самками с икрой происходит резкое ухудшение гидрохимических показателей воды: кислород падает до 3,5 мг/л (40-44% насыщения); pH – до 6; содержание нитритов увеличивается до 0,109-0,220 мг/л.

Внесение гашеной извести, коагулирующей твердые частицы, из расчета 8

мг/л, применение, кроме шумгитового, керамзитовых фильтров, определение режима их эксплуатации, еженедельная добавка 10-15 % свежей воды, флотация, аэрация приводят к стабилизации среды в комплексе и способствуют созданию благоприятных условий для раков на всех этапах культивирования.

Водообмен в бассейнах в период инкубации должен быть 6-10 л/мин., при меньшей проточности (3 л/мин.) на икре самок появляется сапролегния [47], [65].

2.4 Подращивание личинок речных раков в управляемой среде

При средней физиологической плодовитости 290 штук икринок от одной самки речного рака можно получить 120-140 личинок (рисунок 77).



Рисунок 77 – Поздняя стадия икринки перед выклевом личинки, стадия «глазка»

После выклева личинки в течение трех суток находятся под абдоменом самок, прикрепившись к плеоподам. Они почти неподвижны и питаются запасами желтка, расположенного под карапаксом в полости тела. На этой стадии у них большая головогрудь, abdomen в зачаточном состоянии и подогнут под брюшко (рисунок 78). В это время рекомендуется как можно меньше тревожить молодь, не допускать резких колебаний температуры и кислорода.

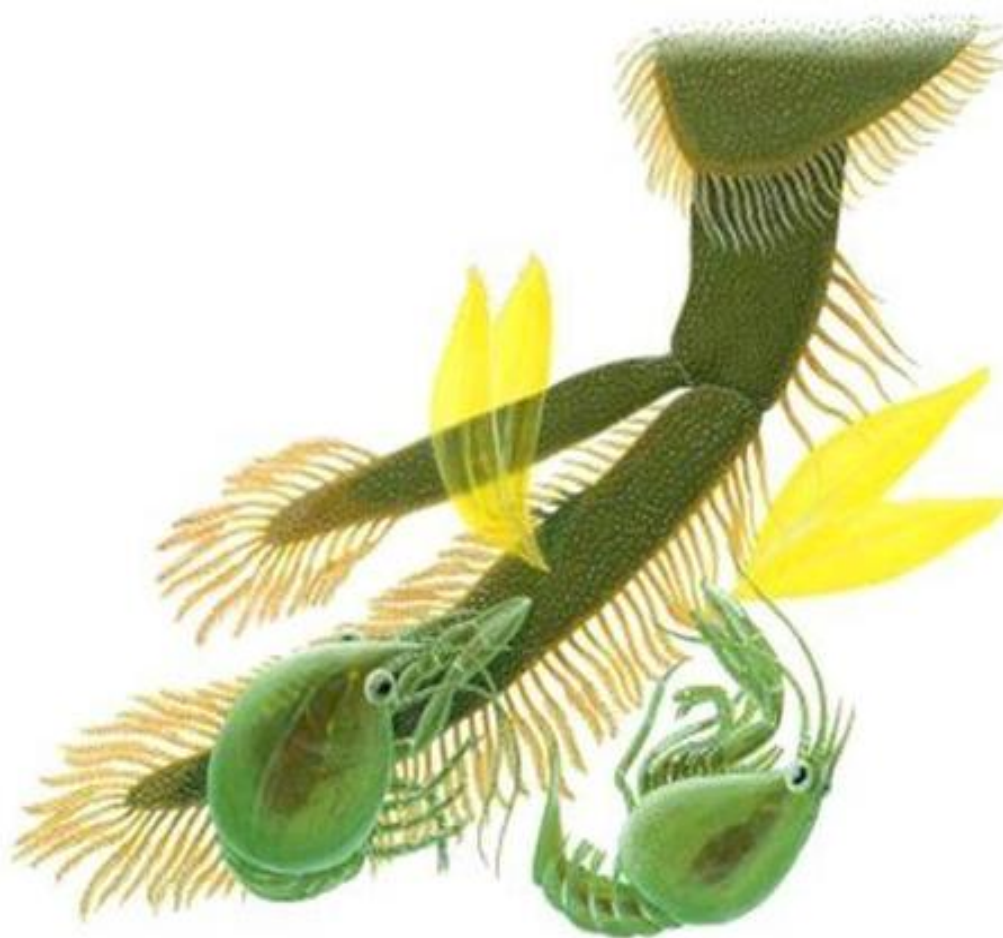


Рисунок 78 – Личинка I стадии на плеоподах самки

После первой линьки, заканчивающейся в течение недели с момента выклева, личинки становятся похожими на взрослых раков (рисунок 79). Они распределяются по дну бассейна и переходят на смешанное питание.



Рисунок 79 – Личинка II стадии частично на плеоподах самки, в большинстве случаев свободнодвижущаяся

После перехода личинок на самостоятельное питание (через трое суток после окончания первой линьки) кассеты с гнездами и самками из бассейнов удаляют, а молодь продолжают подращивать в течение 10 (до массовой линьки) или 24-х дней (после линек) [27].

Выживаемость молоди речного рака III стадии от икры в период нереста составляет 95-100 % (рисунок 80). Длина рака при переходе на самостоятельное питание равняется 1,1-1,2 см; масса - 30-37 мг. Кормление осуществляют три раза в сутки. При внесении корма на час перекрывается подача воды в бассейны.

Плотность посадки молоди в бассейны с управляемой средой в период подращивания составляет 5.000 штук/м² при водообмене 6-10 л/мин. В течение всего периода должен проводиться контроль за температурой воды, оптимальные ее

показания – 22°C - 24 °С.



Рисунок 80 – Молодь речного рака III стадии

Своевременное начало кормления личинок раков чрезвычайно важно для их дальнейшего развития и степени жизнестойкости. Подкармливать их необходимо сразу после вылупления, когда личинки еще находятся под брюшком самки. Молодь начинают подкармливать живыми кормами (мелкими формами зоопланктона, хирономидами, олигохетами), мягкой водной растительностью, протертым рыбным фаршем или сухими гранулированными кормами.

Для кормления можно использовать кормосмесь АЛ-1 из расчета 10-13 % от сырой массы. Постепенно молодь переводят на корм АС-1 из расчета 8-10 % от сырой массы. Корм следует задавать четыре раза в сутки в утренние или вечерние часы, причем постоянно в одно и то же время. В качестве кормушек можно использовать любые небольшие ёмкости типа чашек Петри, на бассейн ИЦА-2 – 4-6 кормушек. Ежедневно необходимо проводить контроль за поедаемостью корма. В

случае его обнаружения в кормушках необходимо проверить состояние молоди, гидрохимический режим в выростных емкостях и уточнить рацион.

При падении кислорода в воде бассейнов ниже 5 мг/л, повышении нитритов до 0,3 мг/л и аммонийного азота до 0,4 мг/л молодь отказывается от корма, наблюдается угнетение роста и отмечается гибель [42], [65].

В качестве субстрата для молоди раков применяют различные конфигурации из дели, имитирующие водоросли, где они прячутся (рисунок 81). В Германии с этой целью разработаны специальные устройства с гнездами по 100 штук в каждом.



Рисунок 81 – Субстрат для молоди рака

Выживаемость молоди за период подращивания в бассейнах до жизнестойкой стадии составляет 65-70 %. К концу подращивания в течение 10 дней молодь

речного рака достигает 72-75 мг, в течение 24 дней – 100-112 мг (рисунок 82).



Рисунок 82 – Подращенная молодь рака

В процессе подрашивания необходимо следить за чистотой бассейнов и проводить патологический контроль за состоянием молоди раков. Чистку бассейнов следует проводить сифоном и очень аккуратно, чтобы не травмировать молодь. Остатки корма, погибших особей, осадок собирают в ведра с прорезью в боковой стенке, затянутой газом. После окончания чистки содержимое ведра просматривают и отбирают попавших с током воды живых личинок (рисунок 83).

Период подрашивания личинок раков завершается тотальным обловом, который проводится через 10-12 суток (до массовой их линьки), но не раньше, чем масса молоди достигнет 50-70 мг, или через 24 дня, когда закончится массовая линька и затвердеет панцирь, а масса достигнет 100-112 мг. На этой стадии раки

имеют высокую пищедобывательную активность и ярко выраженную оборонительную реакцию. Облов дает возможность определить численность и массу подрошенной молоди [27], [64].

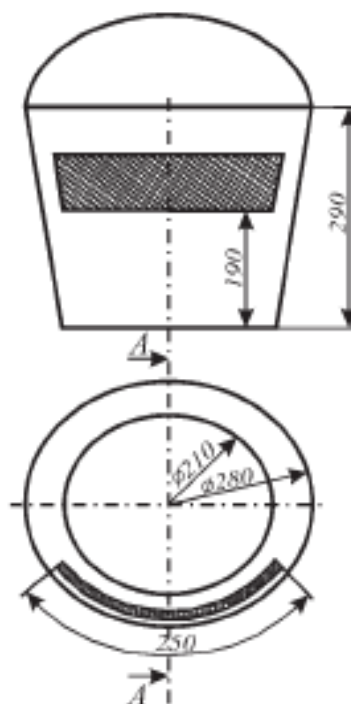


Рисунок 83 – Ведро для сбора загрязнений из бассейнов

Перед обловом проводят биологический анализ: определяют длину, массу молоди, визуально – её жизнестойкость. Длину (от тельсона до конца рострума) определяют с помощью измерителя и линейки, массу – путем взвешивания на торсионных или электронных весах (рисунок 84).

Вылов молоди из бассейнов осуществляется при помощи сифона ($d = 30$ мм), что позволяет избежать травмирования. Рачки с током воды попадают в приемную емкость, в качестве которой используется таз (лучше пластиковый) с прорезью в боковой стенке, затянутой газом №5 или металлической сеткой с ячейей 2,0 мм. Вода сливается через прорезь, а молодь накапливается в тазу. Пока рачки находятся в приемной ёмкости, необходим постоянный приток свежей воды.

Количество молоди определяют объемным методом с помощью мерного

стакана. Зная по биологическому анализу массу одной личинки и массу всей молоди, определяют их число. Облов производят разными способами - сачками, лотками и т.п.



Рисунок 84 – Биологический анализ молоди речного рака

После облова бассейнов жизнестойкую молодь раков из цеха ракоразводного хозяйства переводят в пруды или в естественные водоемы.

Пересадку молоди из цеха в пруды, расположенные в пределах 0,5-1,0 часа пути, можно осуществлять в пластмассовых лотках с крышками, которые должны быть установлены в закрытой автомашине.

В пруды, расположенные от цеха на расстоянии 300-500 м, молодь раков можно переносить ведрами, в пластиковых лотках. Во всех случаях она должна находиться во влажных марлевых салфетках. Лоток следует положить на воду, выждать равномерного распределения ее в них, затем быстро перевернув дном вверх и сохраняя горизонтальное положение, выпускают молодь. Из ведер ее выпускают у берега.

Транспортировку подрощенных личинок на большие расстояния осуществляют в контейнерах или рыбоводных полиэтиленовых пакетах (рисунок 85).



Рисунок 85 – Транспортировка молоди раков в полиэтиленовых пакетах

Можно использовать малый и большой контейнеры, разработанные УкрНИИРХ (рисунок 86). Партию молоди в количестве 10 тыс. экз. следует перевозить в малом контейнере; в количестве 10-25 тыс. экз. – в большом. Для ее перевозки можно использовать переносные бытовые холодильники, оборудовав их рамками. Перевозку молоди раков в контейнерах любого типа следует производить на деревянных или пластмассовых рамках во влажных марлевых салфетках. Оптимальная температура в контейнере – 10°C - 15°C - создается при помощи специальных вкладышей для бытовых холодильников или медицинских грелок со льдом. При перевозке молоди необходимо постоянно контролировать изменение

температуры воздуха в контейнере, следить, чтобы на контейнеры не попадали прямые солнечные лучи и они не обдувались ветром, т.к. это может привести к подсыханию жабр у рачков. По данным С.Я. Бродского перевозка подрощенных личинок предлагаемым способом обеспечивает 100 % выживаемость на протяжении 24-30 часов.

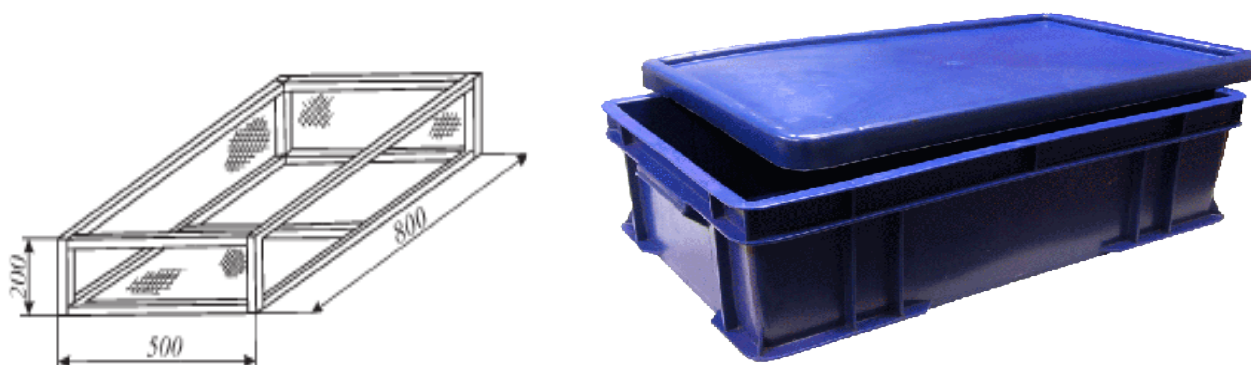


Рисунок 86 – Контейнер для транспортировки молоди раков

После транспортировки молодь раков должна пройти адаптацию, для чего необходимо:

- Уравнять температуру воздуха в контейнере с температурой воды в водоеме периодическими, непродолжительными открываниями дверки контейнера. В течение 1,5-2,0 часов довести в нем температуру воздуха до температуры воды маточного водоема в день отправления материала.

- Перенести молодь в бассейны без воды, постепенно в течение 1,5-2,0 часов заполняя их из кранов с распылителями водой. Для этой цели лучше использовать заранее подготовленную воду определенной температуры.

- Набрав в емкости слой воды в 10-15 см, выдержать молодь в течение 2-х часов, затем начать постепенно смешивать воду бассейнов с водой из водоема, в котором планируется ее выращивать.

Если молодь перевозили в рыбоводных пакетах, их вначале помещают в водоем не раскрывая, для постепенного выравнивая температур (рисунок 87). При выпуске в водоем рачков равномерно распределяют по мелководным участкам,

имеющим естественные укрытия: заросли водной растительности, створки моллюсков и т.п. Разница между температурой воды в водоеме и той, к которой адаптирована молодь, не должна выходить за пределы $5,0^{\circ}\text{C}$.

Конец акклиматизации определяется по началу активного питания, а результаты перевозки – по проценту отхода. Молодь следует пересаживать в вечерние часы или в пасмурную погоду [49], [56].



Рисунок 87 – Адаптация после транспортировки

Значительно дешевле подращивать личинок и выращивать молодь рака в аквариумах, когда они находятся под полным контролем до стадии сеголеток, а затем выпускаются в водоем. В аквариуме очень легко контролировать температуру воды, ее жесткость и другие необходимые параметры, влияющие на рост и развитие речных раков. Эти возможности аквариумного содержания позволят значительно

снизить гибель личинок от неблагоприятных условий водной среды, спасти от врагов, болезней и голода, а также сократить сроки развития молоди.

Вывод личинок при этом методе может проводиться двумя способами: с помощью самок, как и в бассейнах-питомниках, или путем инкубации икры в специальных аппаратах.

Аквариумы – это прямоугольный стеклянный водоем с железным каркасом или цельнолитой из стекла. Его можно изготовить самому или заказать в зоомагазине. При изготовлении аквариума нужно иметь в виду, что металл каркаса не должен соприкасаться с водой. Аквариум лучше всего изготовить из органического стекла вместимостью не менее 250 литров и оборудовать системой подачи воды снизу с помощью гидротехнических устройств (рисунок 88).



Рисунок 88 – Получение и выращивание молоди раков в аквариумах

Аквариум должен быть перегороден на секции, в которые помещаются самки с икрой из расчета 4 самки на каждую секцию (при инкубации икры на самках).

Перегородки изготавливаются из органического стекла с небольшими отверстиями для проникновения воды (диаметром 20 мм), сверху аквариум накрывается крышкой. Непродолжительный период выращивания, хороший водообмен и насыщенность воды кислородом позволяют довести плотность посадки икранных самок до 50 экземпляров на аквариум объемом 250 л.

В качестве грунта в аквариумах можно использовать песок или мелкий гравий, а для убежищ - камни или коряги. Для правильного ведения аквариумного хозяйства рекомендуется приобрести пневматические компрессоры, фильтры и другое оборудование, которое можно купить в зоомагазинах. Речные раки потребляют кислород из воды аквариума и насыщают его вредными газами, поэтому необходима фильтрация и аэрация воды в течение суток.

Выклев личинок в аквариуме лучше всего происходит при температуре 20°C - 24°C. После выклева из икры личинок самок отсаживают в пруд. Для сокращения сроков в развитии речных раков необходимо поддерживать температуру воды в аквариуме в течение всего срока нахождения самок с икрой, и в течение всего времени развития личинок до стадии сеголеток не ниже 18°C - 20 °C. При этом происходит сокращение длительности эмбрионального развития широкопалого рака с 7-8 в природных условиях до 3 - 4 месяцев в искусственных.

Выклюнувшиеся в феврале-марте личинки рака жизнеспособны, хорошо растут и развиваются в аквариуме, достигая к концу июня 123-915 мг. Кроме того, во многих водоемах, и особенно в прудах, в конце июня температура воды уже достигает 20°C, потому выпуск сеголеток в этот период, выращенных в аквариумах, опасений не вызывает.

Таким образом, можно добиться выклева личинок через 1,0-1,5 месяца после откладывания икры самкой. При этом необходимо, чтобы колебания температуры в аквариуме не превышали 1°C в сутки. В противном случае может произойти отпадение икры у самок [39], [53].

2.5 Подготовка, проведение нереста и подращивание личинок речных раков в прудах

При проведении нереста в прудах осенью производителей раков помещают в пруды площадью 0,1-0,5 га, глубина – 1,0-1,5 м, имеющие V-образный профиль дна для быстрого и полного спуска (рисунок 89). Плотность посадки – 1-5 штук на 1 м². Соотношение самок и самцов – 3:1. Этот способ самый простой, но эффективный и выгодный, по мнению многих авторов [4], [5], [17], [27], [31], [40], [41], [55], [64]. Роль хозяина заключается лишь в том, чтобы поддерживать в водоеме необходимые условия (кислородный режим, pH, жесткость воды), соответствующие экологии речных раков, а также организовать их подкормку, если кормовая база недостаточна.



Рисунок 89 – Нерестовые пруды

Период спаривания зависит от географического положения района. В Северо-Западном районе нашей страны спаривание происходит в октябре-ноябре, в Краснодарском крае — в декабре-январе, в дельте Волги еще позже. В период спаривания раки очень активны, ходят по дну пруда, залезают под растения или выходят на берег водоема даже днем (рисунок 90).



Рисунок 90 – Спаривание речного рака

Внешними признаками готовности самцов к спариванию являются: набухание и побеление придатков двух первых пар брюшных ножек, загнутых вперед, которые служат для проталкивания семенной массы. Иногда у половых отверстий самцов можно видеть выпяченную наружу концевую часть семенных протоков молочного цвета (рисунок 91).



Рисунок 91 – Самец речного рака

Для спаривания нужно отловить самых крупных самцов, тогда борьба разнополых особей во время спаривания закончится победой самца, а оплодотворение икры произойдет без серьезных повреждений самки. Факт спаривания можно определить по наличию у полового отверстия самки молочно-белой массы.

После оплодотворения самка скрывается от самца в норе, а самец оплодотворяет еще одну-две и так истощается, что от голода иногда съедает последнюю самку сразу после спаривания.

Поэтому и следует выбирать крупных самцов и регулировать соотношение половых партнеров в популяции в пользу самок (рисунок 92).



Рисунок 92 – Самец и самка речного рака

Наибольшей плодовитостью отличаются самки длиннопалого рака (таблица 2), которые откладывают, в зависимости от их размера, от 60 до 900 икринок и более в год. Плодовитость самки широкопалого рака ниже примерно на 25 %.

Таблица 2 – Плодовитость речных раков (по А.И. Рахманову, 2007)

в штуках

Вид речного рака	Длина самок, см					
	7,0-7,9	8,0-8,9	9,0-10,0	11,0-12,0	13,0-14,0	14,0
Широкопалый	68	93	163	302	425	-
Длиннопалый	60	102	174	350	500	90

Самка после спаривания примерно через 20 дней приступает к икрометанию. Икра покрывается веществом, которое отвердевает при соприкосновении с водой и прикрепляется к брюшным ножкам.

Цвет только что отложенной икры зависит от экологических факторов, в которых обитают раки, и от состава их пищи. Свежеотложенная икра имеет оттенки от фиолетово-коричневого до темно-коричневого цвета; неоплодотворенная и погибшая икра приобретает желтоватый цвет. Зрелая икра речного рака покрыта тонкой прозрачной оболочкой (рисунок 93).



Рисунок 93 – Свежеотложенная икра рака

Желток состоит из вязкой жидкости с многочисленными жировыми пузырьками разного диаметра. Вес икринки составляет от 11 до 17 мг, а диаметр — 2,3-3,2 мм. Она содержит перед выклевом 60,7 % влаги и 5,3 % сухого вещества. Содержание протеина и солей кальция равно соответственно 61,2 % и 0,5 % от общей массы икринки [27], [53].

Во время выхаживания икры самка шевелит ложноножками в первое время очень редко, так как зародыши в этот период менее чувствительны к дефициту кислорода. На более поздних стадиях эмбрионального развития им требуется больше кислорода, поэтому она более энергично работает брюшными ножками, затрачивая на эти действия 1/3 всего времени.

При температуре воды выше 8°C производителей подкармливают свежим или вареным кормом: мясо, боенские отходы, овощи, моллюски. Средняя суточная норма корма – 2 % от массы тела рака. Корм размещают на кормовых столиках или используют автоматические кормушки.

При низких температурах воды эмбриональное развитие оплодотворенной икры раков может задержаться до 7-8 месяцев. За этот период в северной части ареала амплитуда температурных колебаний может составлять до 20°C и более.

Вывод личинок происходит при температурах от 18°C до 25°C и заканчивается в зависимости от географического положения в мае-июне. Развивающиеся личинки рака очень чувствительны к дефициту кислорода в воде, поэтому за его содержанием нужно постоянно следить и поддерживать с помощью технических средств аэрации, особенно с наступлением зимы, когда пруд покрывается льдом, в результате чего нередко бывают заморы (рисунок 94).



Рисунок 94 – Аэрация воды в прудах

По истечении первой недели жизни личинки начинают поедать остатки яичевых оболочек, нитчатые водоросли, гифы грибов, а спустя две недели поедают преимущественно животный корм: дафнию, циклопов, мелких личинок насекомых и лишь в небольших количествах зеленые растения. Однако уже в двухмесячном

возрасте рацион личинок состоит преимущественно из зеленых растений — 63 %, планктонных ракообразных — 28,3 %, а также другой пищи — 8,7 % [5], [64].

Сеголеток можно подкармливать рыбным и мясным фаршем, мясом моллюсков, вареными овощами и картофелем, комбикормом для растительноядных рыб. Корм лучше помещать на кормовые столики, которые спускают в воду в наиболее глубоких местах, и закрепляют на вертикальных стояках.

После того как молодь окончательно покинет самку, ее продолжают выращивать в этих же прудах либо пересаживают в выростные пруды, где кормовая база выше. Самок переводят к самцам в летне-маточные пруды.

2.6 Выращивание молоди речных раков в прудах

Для нагула раков можно использовать естественные водоемы или пруды. В естественных водоемах регулярный выпуск подрощенной молоди позволяет формировать популяции с устойчивой численностью. Такая экстенсивная форма раководства возможна особенно на начальном этапе становления хозяйства, в случае устранения угрозы заморов, проведения биотехнических мероприятий (подкачка воды, аэрация).

Пруды для выращивания речных раков должны быть с небольшим слоем илового грунта (заболоченные участки имеют низкую естественную ракопродуктивность), богатого органическими, легко минерализирующимися веществами, что благоприятствует развитию пищевых организмов. На небольшой площади пруда полезно развитие рдеста, роголистника, элодеи, урути и других водных растений, способствующих обогащению воды кислородом. В затененных местах концентрируется молодь раков и зарослевые формы пищевых организмов, при отмирании растения обогащают почву пруда легко минерализирующимися веществами (рисунок 95).



Рисунок 95 – Пруды для выращивания речных раков

Для увеличения выживаемости и скорости роста необходимо особое внимание уделять организации убежищ. Во всех типах прудов должны быть установлены дополнительные укрытия, имитирующие норы: керамические или пластиковые трубки, кирпичи с отверстиями, крупные камни, шифер (рисунок 96). Убежища воспринимаются раками как индивидуальная территория, которую они охраняют от посягательств со стороны других особей. Очень большое убежище не воспринимается как индивидуальное. Его сложно защищать. Поэтому при выборе размеров искусственных убежищ следует учитывать размеры раков и подбирать убежища сопоставимые с ними. Для молодежи диаметр входа не должен превышать 15-20 мм, для второго года жизни – 30-40 мм, для производителей и товарных особей – 50-60 мм.



Рисунок 96 – Убежища для раков

В качестве убежищ и субстратов в прудах для молоди можно использовать обрезки труб, пучки синтетической нити или сетки, искусственные водные растения, которые привязывают непосредственно к грузу с одной стороны и к поплавку с другой (рисунок 97). Их располагают в толще воды от дна до поверхности пруда. Такое расположение убежищ и субстратов позволяет лучше использовать вертикальные ресурсы водоема, затенить дно водоема (что положительно сказывается на активности и физиологическом состоянии раков) и снизить травматизм в результате агрессивных контактов у молоди [27], [56].

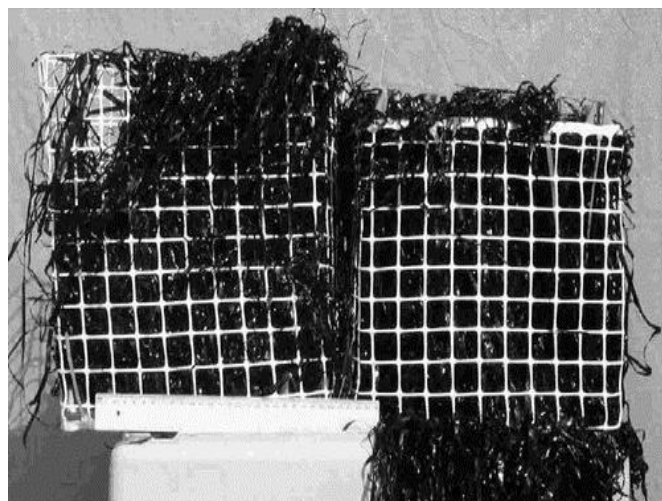


Рисунок 97 – Субстраты и убежища для молоди раков

В товарном раководстве необходимы пруды различного назначения: выростные (для выращивания сеголеток), нагульные (для выращивания двухлеток), зимовальные для сеголеток, зимне-маточные, летне-маточные, а также карантинные и летовальные.

Большинство исследователей [3], [4], [5], [18], [27], [32], [35], [40], [42], [49], [51], [52], [53], [55], [56], [64] для выращивания сеголетков речного рака рекомендуют использовать небольшие выростные пруды площадью 0,1-0,3 га. Эти пруды могут служить и зимовальными. Выростные пруды необходимо немного затенить (высшие водные растения, деревья по берегам создадут необходимую тень). Кроме того, для сохранения и повышения температуры воды при похолодании организуют на таких прудах теплицы. Пруды для молоди должны быть защищены от попадания в них личинок рыб и других животных, являющихся хищниками и пищевыми конкурентами молоди раков. Выростные пруды небольшой площади удобны, т.к. позволяют легко проводить технологические работы с молодью. Плотность посадки молоди в выростные пруды – 30-50 штук/м².

Площадь нагульных прудов для выращивания двухлетков раков может колебаться от 1 до 20 га. У всех прудов отношение ширины и длины 1:3 или 1:4; глубина – 1,5-2,0 м, боковые откосы под углом 45°, центральная канава лучше бетонированная, глубиной 30-40 см (рисунок 98). Кроме канавы, в прудах нужны

квадратные колодцы глубиной 30-40 см, в которых после спуска воды собираются раки.



Рисунок 98 – Центральная канава пруда для выращивания раков

В прудах следует поддерживать постоянный уровень воды: летом – 1,5, зимой – 2 м. Потери воды на фильтрацию и испарение необходимо компенсировать регулярной, лучше всего ежедневной подкачкой. Водоснабжение прудов должно быть независимым.

При определении площадей прудов необходимо предусмотреть, чтобы они через 4-5 лет эксплуатации периодически летовались (25 % от общей площади) для соблюдения санитарно-профилактических требований при выращивании раков.

Необходимо также запланировать три-четыре карантинных пруда для санитарной обработки завезенного посадочного материала из других водоемов, неблагоприятных в эпизоотическом отношении.

В общей схеме хозяйства пруды каждой категории целесообразно располагать

по ходу производственного процесса. Выростные пруды и пруды-маточники, которые могут быть одновременно и зимовальными, необходимо размещать ближе к источнику водоснабжения (головному пруду); более обширные нагульные пруды можно размещать компактнее (рисунок 99).

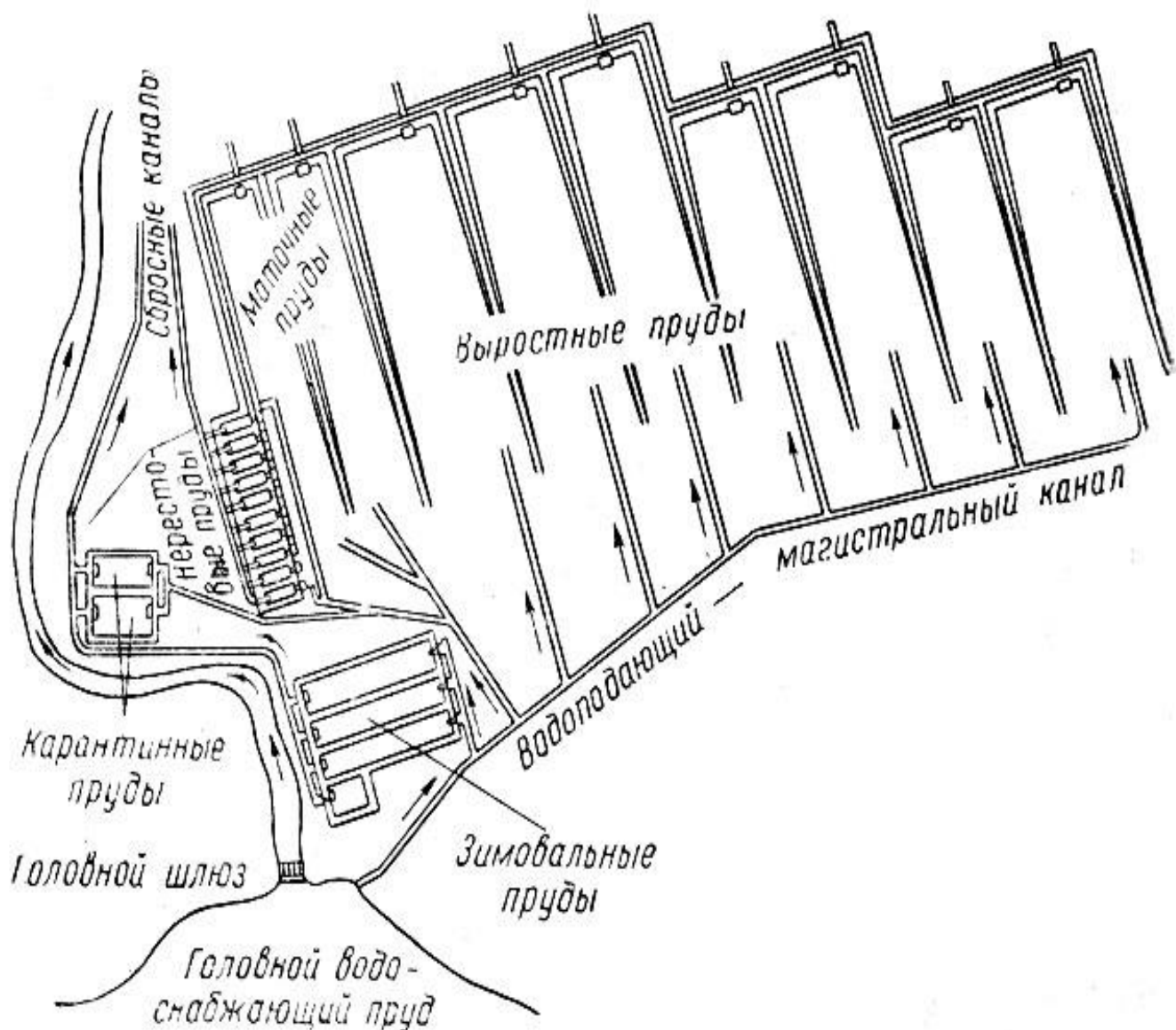


Рисунок 99 – Схема расположения прудов в раководном хозяйстве

Оптимальные химические показатели, характеризующие пригодность воды для раководного хозяйства, приведены в таблице 3.

Качество воды контролируется взятием проб в прудах всех категорий.

Таблица 3 – Химические показатели воды для раководного хозяйства (по Н.Я. Черкашиной, 2007)

Показатели	Оптимальные значения
Цветность, град.	30-35
Прозрачность	1,0-1,5
Кислород, мг/л	7-8
Углекислота свободная, мг/л	До 10
Сероводород, мг/л	0
Окисляемость, мг/л	До 10
Активная реакция среды, рН	7,5-9,0
Щелочность, мг·экв./л	1,35-3,5
Минерализация, мг/л	500-1000
Жесткость, мг·экв./л	5-20
Кальций, мг Ca^{2+} /л	160
Магний, мг Mg^{2+} /л	46
Аммонийный азот, N-NH_4^+ , мг/л	0,2
Нитриты N-NO_2 , мг/л	0,01
Нитраты, N-NO_3 , мг/л	3
Фосфаты, мг P_2O_5 /л	0,2
Железо, Fe^{2+} , мг/л	0,36-1,00
Медь, Cu^{2+} , мг/л	0,001
Хром, Cr^{2+} , мг/л	0,001
Свинец, Pb^{2+} , мг/л	0,01
Кадмий, Cd^{2+} , мг/л	0,005
Цинк, Zn^{2+} , мг/л	0,01
Марганец, Mg^{2+} , мг/л	0,01
Ртуть, Hg^{2+} , мг/л	0,001

Содержание растворенного в воде кислорода и pH – одни из главных показателей качества воды для выращивания раков. В выростных и нагульных прудах пробы на содержание кислорода и pH берут ежедневно при высокой температуре воды и в конце сезона при накоплении большого количества органических веществ.

При концентрации кислорода в воде 2,0-2,9 мг/л молодь раков покидает водоем и возвращается только при повышении его содержания, достигаемого впуском свежей воды, аэрацией и внесением удобрений, главным образом - аммиачной селитры. Особенно неблагоприятен кислородный режим в водоемах зимой, когда фотосинтез значительно ослабляется или совсем прекращается, а лед препятствует поступлению кислорода из воздуха. Качество воды в зимовальных прудах (если зимовка проходит нормально) контролируется через 5-7 суток взятием проб на содержание кислорода. При ухудшении газового режима (снижение кислорода до 4 мг/л) воду насыщают кислородом увеличением проточности, аэрацией воды как в водоподающем канале, так и в самом зимовале.

При выращивании раков важно следить за реакцией среды, так как кислая среда угнетает рост молоди и панцирь становится мягким и тонким.

Биогенный состав элементов и pH обычно определяют после залития пруда до внесения удобрений и после. Полный гидрохимический анализ воды проводят один раз в месяц.

На темп роста молоди раков отрицательно влияет накопление продуктов обмена (аммиака). При концентрации его 3,5 мг/л рост раков останавливается, а при 10,0 мг/л наступает их гибель. Анализ зарубежного опыта по ракообразным показал, что концентрация аммиака в воде при выращивании их в искусственных условиях не должна превышать 1,25 мг/л.

Опасны для раков аммиачная вода и аммиачная селитра в высоких концентрациях. Так, при концентрации 1.100-110 мг/л аммиачной воды раки погибают в течение 0,5-8,0 ч, а при 44-10 мг/л через 20 суток. При содержании аммиачной селитры 136-68 мг/л раки погибают, при 44,0-20,4 мг/л – 75 % их остаются живыми. Наиболее опасны для раков пестициды: хлорофос и гексохлоран.

Так, при концентрации хлорофоса 65-18 мг/л раки погибали в течение 1-2 суток, а при концентрации гексохлорана 60-12 мг/л – в течение нескольких часов.

Норма подачи воды в пруды должна быть рассчитана в каждом случае отдельно, исходя из данных о дыхании молоди раков разного возраста, массы, количества посаженного материала, величины растворенного в воде кислорода и критического (минимального) кислорода, которая не может быть израсходована на дыхание и должна служить минимальным резервом для выживания раков [44], [50].

Необходимый водообмен в пруду можно рассчитать по формуле:

$$B = \frac{V(q-3) \times 1000}{n \times Q \times 24}, \quad (1)$$

где: V - объем воды в пруду, л;

q - количество кислорода в 1 л воды, мг/л;

3 - критический уровень кислорода для раков, мг/л;

n - число раков в пруду;

B - время полного водообмена в пруду, сутки.

Скорость потребления кислорода в зависимости от массы молоди раков в прудах выражается уравнением:

$$Q = 0,0005 W^{0,8760}, \quad (2)$$

где: Q - скорость потребления кислорода, мг/экз.·ч;

W - сырая масса раков, мг.

Подставив значения из второй формулы в первую, уравнение можно записать так:

$$B = \frac{V(q-3) \times 1000}{n \times 0,0005 W \times 24}. \quad (3)$$

Удобрения повышают содержание биогенных элементов в водоемах, что увеличивает пищевые запасы, а, следовательно, и выход продукции раков с единицы площади.

После заливания прудов в воде обычно очень мало фосфора и азота, что тормозит развитие планктонных водорослей, а также и животных. Содержание биогенов повышают внесением азотных и фосфорных удобрений с таким расчетом, чтобы довести концентрацию азота в воде до 2,0, фосфора - до 0,5 мг/л.

Для определения разовой дозы внесения удобрений на 1 га пруда можно использовать следующую формулу:

$$Y = \frac{(A-B) \times H \times 1000}{P}, \quad (4)$$

где: Y - искомая доза удобрений, кг/га;

A - рекомендуемая концентрация биогенов, мг/л;

B - фактическая концентрация биогенов в воде, мг/л;

H - средняя глубина пруда, м;

P - содержание биогенов в удобрении, %.

Аналогичным образом рассчитывают норму внесения суперфосфата.

Для устранения кислотности на второй день после внесения фосфорных и азотных удобрений в воду обычно вносят известь, лучше рано утром, когда особенно много свободной углекислоты, переходящей в гидрокарбонатную форму.

При больших запасах кальция и недостатке питательных веществ известь, внесенная в пруд, почти стерилизует воду. Поэтому перед известкованием необходимо исследовать почву пруда на содержание кальция.

Проба почвы со дна пруда, содержащего известь, при действии на нее соляной, азотной и уксусной кислот «вскипает», выделяя углекислый газ:



Простой показатель содержания извести в прудах - водные растения. При недостатке кальция в прудах развиваются торфяные мхи (виды *Sphagnum*), хвощ (*Equisetum*), осока (*Carex acuta*) и другие водные растения, тогда как элодея (*Elodea canadensis*) или хара (*Chara flagilis*) свидетельствуют о достаточном содержании кальция.

Для удобрения прудов используют углекислый кальций (CaCO_3) и негашеную известь (CaO). Обычно при систематическом внесении рекомендуется 1,5-2,0 ц извести на 1 га пруда, при этом необходимо учитывать состояние пруда, качество воды, ее кислотность.

Минеральные удобрения растворяют в воде и полученную суспензию равномерно распределяют по всему пруду.

Удобрять выростные пруды следует за 10-15 суток до посадки в них личинок рака, нагульные – при повышении температуры до 15°C - 17 °C. Повторные дозы удобрений следует вносить через 7-10 суток, при этом необходимо следить за степенью развития фитопланктона. За сезон обычно удобряют пруды для выращивания раков 3-4 раза, главным образом весной.

Кроме минеральных применяют и органические удобрения. Так, для развития зоопланктона до залития пруда водой по береговой мелководной зоне необходимо внести хорошо перепревший навоз (2 т/га). Навоз, навозную жижу и зеленые удобрения вносят через 3-4 года [64].

В пруд выпускают личинок III стадии длиной 1,2 см, массой 34,6 мг. Или подрошенную молодь – 1,35 см и 72,5 мг, соответственно (рисунок 100).



Рисунок 100 – Подрощенная молодь речного рака

К моменту пересадки молоди раков в прудах биомасса зоопланктона не должна быть ниже 3 г/м³.

Чрезвычайно ответственный период в жизни раков - линька. Молодь растет после линьки и до затвердевания нового панциря. На сроки и количество линек влияет температура воды.

В условиях Юга Росси молодь растет в основном 2,5-3,5 месяца. За этот период в прудах происходит 8-9, в Дону – 6 линек, так как в них температура обычно выше, чем в естественных водоемах.

В условиях Азовского бассейна не подрошенные личинки II стадии длиной 1,2 см, массой 34,6 мг в прудах к концу сезона достигают длины $5,05 \pm 0,86$ см, массы - $3,340 \pm 1,835$ г при плотности посадки 50 штук/м² и $6,10 \pm 0,09$ см, массы $7,690 \pm 0,260$ г при плотности 30 штук/м². Подрощенная молодь длиной $1,350 \pm 0,138$ см, массой $72,500 \pm 2,803$ мг растет быстрее и к концу вегетационного периода длина составляет $7,50 \pm 0,67$ см, масса - $12,000 \pm 1,234$ г (рисунок 101).



Рисунок 101 – Сеголетка речного рака

Двухлетки рака за сезон в прудах линяют 8-9 раз и достигают промысловой

длины, которая меняется в зависимости от условий среды, колеблясь от $10,100 \pm 0,780$ до $10,880 \pm 0,034$ см при массе от $30,000 \pm 9,360$ до $41,950 \pm 1,002$ г (рисунок 102).

В естественных условиях раки достигают промыслового размера лишь на четвертое лето. В Литве при искусственном выращивании длина двухлеток составляет только 3,19 см, масса 960 мг [53], [55], [67].



Рисунок 102 – Двухлетка речного рака

Таким образом, искусственное выращивание раков в прудах рентабельнее в южных районах, в частности - в Ростовской области и Краснодарском крае.

Темп роста раков определяют по контрольным обловам, которые проводят через каждые 10 дней. Молодь для анализа лучше вылавливать болгарской драгой. На биологический анализ берут без выбора 25 штук особей. Измеряют молодь вначале с помощью обыкновенного измерителя, по мере роста - специальной линейкой типа штангенциркуля, взвешивают на торсионных, технических или

электронных весах. По результатам измерений и взвешиваний определяют среднюю длину и массу молоди. По данным контрольных обловов можно судить о продуктивности использования искусственных кормов. Если прирост раков окажется ниже расчетного или выявляется большое расхождение в линейных и весовых размерах, необходимо выяснить причины слабого и неравномерного роста. Отставание в росте может возникнуть, если молодь плохо поедает корм или же его недостаточно. В первом случае необходимо, прежде всего, обратить внимание на гидрохимический режим водоемов. Если все гидрохимические показатели в норме и к моменту следующей дачи на кормушках не остается предыдущей порции корма, количество его следует увеличить.

Исходя из средних приростов раков за несколько лет, можно наиболее точно рассчитать суточный рацион кормления.

Выживаемость сеголетков в прудах при хорошей естественной кормовой базе и хорошем кормлении за вегетационный период от неподрощенной молоди составляет 50-70 %, от подрощенной 70-80 %, в то время как в естественных условиях – 10-15 %. Высокая выживаемость сеголетков в прудах и высокий темп роста объясняется достаточным количеством для них корма, в то время как в естественных водоемах молодь не получает даже минимального рациона, покрывающего траты на обмен. Выживаемость двухлеток рака в прудах составляет 90-95 %.

Оптимальная плотность посадки сеголетков речного рака составляет 30 штук/м², двухлетков – 5 штук/м². При хорошей кормовой базе и оптимальных абиотических факторах ее можно увеличить соответственно до 60 и 10 штук/м². Продукция сеголетков раков в прудах достигает 15 ц/га, двухлетков – 15-20 ц/га.

Перспективным направлением в раководстве является выращивание раков в прудовых хозяйствах совместно с рыбой. Раки как объект поликультуры обладают рядом положительных качеств: они эврибионтны, являются санитарами водоемов, утилизируя остатки животного и растительного происхождения на разных стадиях разложения, потребляют корма, недоступные рыбам. По отношению к рыбам раки не являются хищниками и конкурентами в питании. В то же время их выращивание

в рыбоводных прудах позволяет дополнительно получать ракопродукцию.

Для рационального использования прудовой площади в специализированных раководных хозяйствах сеголеток раков (30 штук/м²) эффективно выращивать с сеголетками буффало (7 штук/м²), карпа и белого толстолобика (по 1 штуке/м²), пестрого толстолобика (2-3 штуки/м²) (рисунок 103).

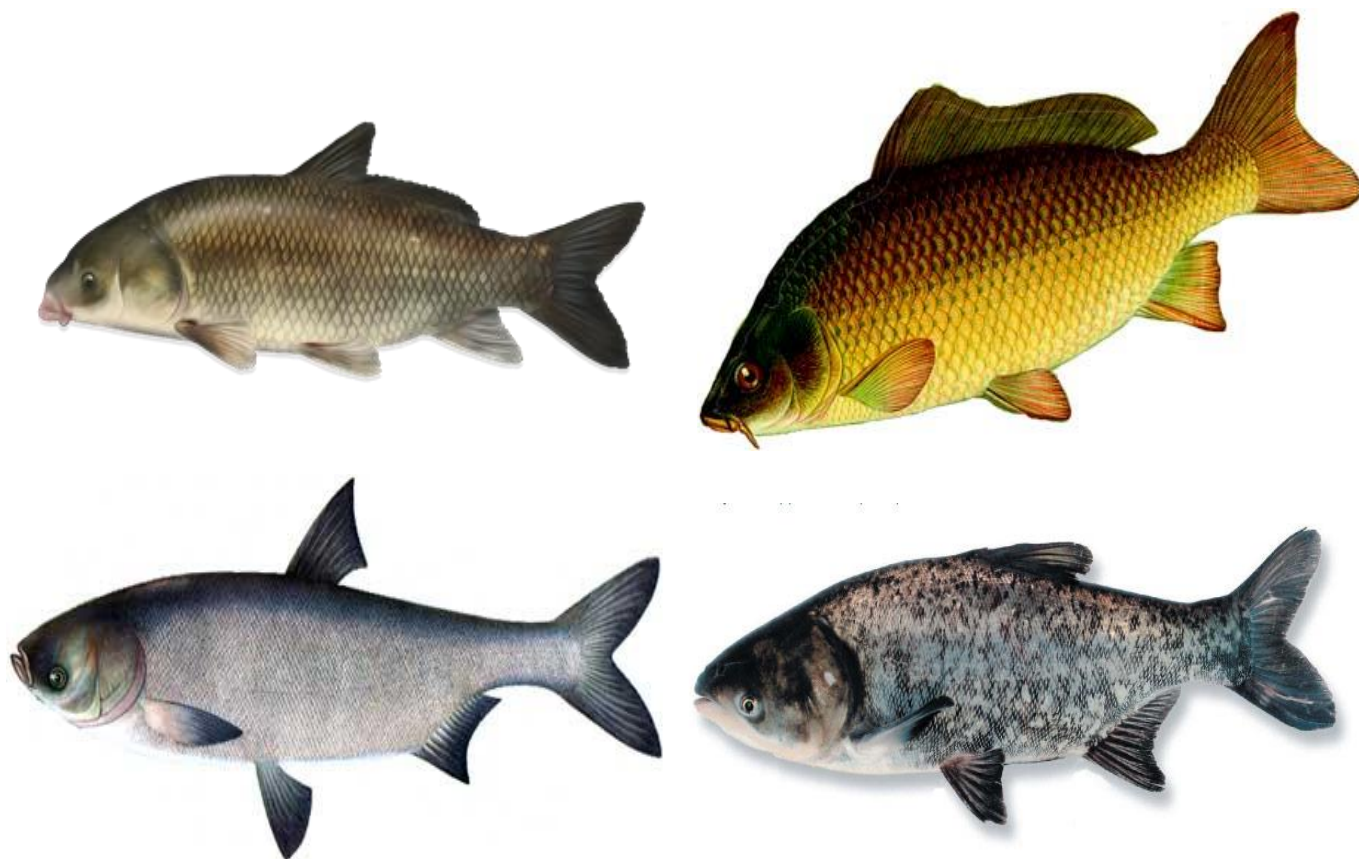


Рисунок 103 – Буффало большеротый, карп, белый толстолобик, пестрый толстолобик

Особенно перспективным представляется разведение раков совместно с бестером и другими теплолюбивыми хищниками (рисунок 104). Их совместное выращивание приводит к санитарному благополучию разводного пруда. При совместном культивировании можно дополнительно получать 4-9 ц/га рыбы. Обязательными условиями выращивания речных раков в поликультуре с рыбами является выпуск молоди рака на 7-10 дней раньше рыбы и наличие на дне укрытий

[7], [27], [42], [59].

Организовать сезонное выращивание в поликультуре с пересадкой на зимовку сложно, т.к. при спуске прудов раки закапываются в ил и собрать их практически невозможно. Много молоди гибнет после осушения ложа. В связи с этим товарное выращивание раков следует осуществлять по непрерывной технологии в течение двух-трех лет.



Рисунок 104 - Бестер

2.7 Зимовка речных раков

Зимовка раков является одним из сложнейших и ответственных процессов прудового раководства.

Для создания оптимальных условий необходимо подготовить пруды к пересадке молоди раков на зимовку: провести санитарно-профилактические мероприятия, обеспечить снабжение прудов водой только хорошего качества.

Зимовальные пруды к посадке сеголетков раков готовят следующим образом:

- очищают дно прудов от растительности, хлама, мусора, накопившегося за летний период при тщательном осушении их весной;
- ремонтируют гидротехнические сооружения и особенно водоподающую

сеть, обеспечивающую бесперебойную подачу воды зимой;

- устанавливают фильтры на водовпуске в санитарно-профилактических целях;

- известковывают дно и откосы прудов гашеной известью как летом, так и осенью перед их заполнением водой из расчета 1,3-2,0 ц/га.

Зимовальные пруды необходимо оборудовать аэрационными установками. Водой заливают их за 10-15 дней до пересадки сеголеток. Зимой раки находятся в спячке, малоподвижны и не питаются. Необходимо регулярно следить за кислородным режимом (рисунок 105).



Рисунок 105 – Зимовальные пруды

Плотность посадки сеголетков речных раков в зимовальные пруды составляет 100-120 штук/м². За период зимовки отход колеблется в пределах 10-15 %.

Весной после зимовки при температуре 14°C - 16 °C молодь раков (годовиков) отлавливают и пересаживают в заранее подготовленные нагульные пруды. Плотность посадки годовиков рака в нагульные пруды – 5-10 штук/м².

После спуска зимовальных прудов и облова годовиков проводят их биологический анализ: определяют пол, длину, массу, критерий жизнестойкости, содержание белка в гемолимфе. Критерий жизнестойкости не должен быть ниже 1, содержание белка в гемолимфе – менее 3 мг % [64].

Молодые половозрелые самки мечут икру не каждый год, но с возрастом их плодовитость возрастает, и они примерно в возрасте 10 лет начинают откладывать икру ежегодно. При правильном ведении хозяйства можно добиться значительного увеличения их плодовитости, размеров и веса, а их долголетие возрастает в связи с защитой раков от врагов, дезинфекцией водоемов и подкормкой в период неурожая водной растительности.

Раки — многолетняя культура, поэтому при их выращивании целесообразно в течение 5-6 лет после первого заселения ежегодно запускать новые партии личинок в пруд. Отлов будет возможен на четвертый год. Разведение раков в прудах по сравнению с естественными водоемами имеет значительное преимущество. В прудах можно наладить хороший контроль за ростом и развитием раков, а в связи с оптимизацией условий жизни этих животных благодаря биотехнике повышается производительность пруда и плодовитость речных раков.

При благоприятных метеорологических условиях и заботе со стороны человека особи речного рака длиной 9,5 см и весом 33,4 г достигают при двух линьках размера 10,5-10,9 см и среднего веса 46,8 г за один теплый сезон. Добавочная продукция при таких условиях по сравнению с естественными водоемами выразится около 54 кг/га, при штучном приросте рака в 13,4 г. При средних условиях обитания речных раков и с ежегодной подсадкой икранных самок в течение трех лет добавочная продукция в прудах будет составлять примерно 39 кг/га и при штучном прирост массы рака в 9,8 г [52], [59], [67]. Все приведенные примеры относятся к прудам небольших размеров (0,3-0,5 га), в которых при естественном разведении и минимальном уходе с умеренно развитыми зарослями

водных и околоводных растений и большой полезной площадью (мелкие места от 30 до 60 см глубины) достаточно корма для выращивания раков.

2.8 Интенсификация роста речных раков

В настоящее время широко используются методы культивирования речных раков в установках с различными конструктивными решениями. Основные усилия исследователей по интенсификации направлены на использование установок с замкнутым водоснабжением и создание условий в них, способствующих оптимизации водной среды и кормления, а следовательно, и более быстрого прироста биологической продукции.

Существуют пути интенсификации прироста биопродукции за счет воздействия на биологические механизмы размножения и роста раков. А именно одним из способов прироста может быть ампутация глаз со стебельком, где находится глазная железа.

Гормон глазной железы десятиногих раков сдерживает рост. При удалении глазной железы наблюдается более быстрый прирост культивируемых объектов. При этом в условиях культивирования отпадает роль глаз в нахождении пищи, оставшиеся органы хеморецепции и осязания вполне подходят для нахождения пищи в водной среде. Исключаются стрессовые ситуации, связанные с конкуренцией и драками самцов, которые первоначально получают информацию о противнике через органы зрения (рисунок 106).

Еще одним перспективным направлением по интенсификации роста речных раков при культивировании может стать воздействие магнитных полей. В литературе имеются сведения, что при увеличении магнитного поля интенсивность метаболизма у дафний, артемий, усоногих и десятиногих ракообразных возрастает. Увеличивается интенсивность дыхания, продолжительность жизни (на 21 %), повышается устойчивость к бактериальным инфекциям, ускоряются процессы регенерации [54].



Рисунок 106 – Глаза речного рака

Мелиорация. При длительной эксплуатации рачных прудов результаты выращивания в них будут ухудшаться без мелиоративных мероприятий, восстанавливающих и повышающих их продуктивность.

Мелиорация предусматривает создание необходимых гидрохимических условий для молоди раков, борьбу с водными растениями, если их слишком много, с измененными иловыми отложениями, летование и известкование, а также культурно-технические мероприятия.

Летование. Ежегодное периодическое осушение прудов в сроки, определяемые условиями производственного процесса, позволяет вести мелиоративные работы и при ракоразведении. Однако при длительной эксплуатации прудов одной текущей мелиорации недостаточно, необходимо их летование.

Лучше засевать дно зерновыми культурами и однолетними травами, выращиваемыми в данной области. Пожнивные остатки от зерновых культур,

разлагаясь, создают благоприятные условия для развития личинок хирономид - излюбленного корма раков всех возрастов. Поэтому стерню после уборки зерновых не запахивают. Вообще периодичность и продолжительность летования зависит от состояния прудов. Летование – эффективная профилактическая мера против возможных эпизоотий.

Борьба с водной растительностью. Нитевидные водоросли (нитчатка) при массовом развитии вредны, особенно для сеголетков (до месячного возраста), которые запутываются в тонких нитях. Чаще всего нитевидные водоросли развиваются в небольших прудах со стоячей и слабопроточной водой или при недостаточных дозировках и нарушенном соотношении фосфорных и азотных солей, применяемых в качестве минеральных удобрений.

Лучшее средство избавиться от нитчатки – осушить пруд на один вегетационный период и использовать под посев сельскохозяйственных культур (овес, однолетние травы и другие). Если это невозможно, нитчатку удаляют бреднем или граблями, что необходимо делать, особенно в выростных прудах, где выращивается молодь, очень осторожно.

Для борьбы с нитчатыми водорослями применяют медный купорос (сернокислую медь) из расчета 0,5 мг/л. В первый раз его вносят в концентрации 0,5 мг/л; во второй – 0,3 мг/л, через четверо суток; в третий – 0,15-0,20 мг/л, через пять суток [64].

Борьба с врагами молоди. В выростных прудах в больших количествах встречаются листоногие раки – лептестерии и щитни (рисунок 107). Это опасные вредители, сильно подрывающие кормовую базу. Для уничтожения листоногих хорошие результаты дает применение хлорной извести из расчета 1,7 мг/л [56].

Необходимо также вести борьбу с мелкой сорной и хищной рыбой. Следует предотвращать попадание в пруды посторонних рыб при помощи рыбозащитных сооружений. В настоящее время чаще всего используют механические заградители.



Рисунок 107 - Щитень летний

2.9 Корма для речных раков

Молодь раков, перешедшая к самостоятельному образу жизни, питается в течение двух недель зоопланктонным кормом, переходя по мере роста на бентосные организмы. Поэтому к моменту выпуска личинок в выростных прудах необходимо развести зоопланктонный корм с биомассой не менее 3 г/м^3 . По достижении молодью 2 см ее следует дополнительно подкармливать.

Кормить раков можно рубленым мясом теплокровных животных, малоценной рыбой, головастиками и лягушками, а также разваренными зернами гороха, кукурузы (перед кормлением зерна рекомендуется размять, иначе раку трудно захватить их клешнями), овощами, отходами боевого, маслодельного производств. Перед линькой целесообразно добавлять в корм измельченные раковины моллюсков. Для кормления пригодны также кухонные отбросы: обрезки мяса, очистки овощей, остатки хлеба и т.п. Если мясо, обрезки, очистки не совсем свежие, их необходимо проварить. Сильно разложившийся корм непригоден, т.к. это может привести к массовым заболеваниям раков [42], [53].

В последние десятилетия в практике животноводства и разведения беспозвоночных получили широкое распространение благодаря своей экономической эффективности сбалансированные по аминокислотам комбикорма. Выполненный комплекс физиолого-биохимических и раководно-биологических

исследований позволил разработать корма для раков разного возраста. Из многочисленных составленных рецептов лучшими оказались один корм для сеголеток и два – для двухлеток (таблица 4).

Таблица 4 – Рецепты кормов для раков (по Н.Я. Черкашиной, 2007)

в процентах

Компоненты	Корм для сеголеток АС-1	Корма для двухлеток	
		АД-1	АД-2
Отруби пшеничные	-	28	25
Пшеница	-	14	15
Ячмень	-	10	-
Шрот подсолнечный	16	20	20
Шрот соевый	15	5	18
Рыбная мука	35	12	5
Дрожжи гидролизные	10	8	5
Травяная мука	-	2	-
Мясокостная мука	-	-	5
Молоко сухое	20	-	5
Масло растительное	3	-	1
Премикс ПФ-1	1	1	1

Общая усвояемость кормов раками близка к таковой ракообразными естественной пищи. Значительная часть питательных веществ кормосмесей не доступна их организму и не может быть усвоена. Максимальные показатели получены для протеина и колеблются от 57 до 68 %. Это означает, что для раков разного возраста более доступна белковая часть кормосмесей.

Анализ показателей усвоения липидов кормосмесей свидетельствует, что, несмотря на малое содержание их в корме, они достаточно хорошо доступны ракам и их усвояемость колеблется от 36 до 42 %.

Раки охотно поедают углеводы, доля которых в кормосмесях может составлять 25 %. Каратиноиды – существенная часть пищи раков. Их недостаток может вызвать нарушения пигментации экзоскелета. Важной составляющей рациона раков является кальций, необходимый для формирования наружных покровов. В корма также целесообразно добавлять витаминные комплексы (таблица 5).

Таблица 5 – Химический состав кормов (по Н.Я. Черкашиной, 2007)

Корм	Кормовые ед. в 1 кг корма	Обменная энергия ккал в 100 г корма	Са/р	Сырой жир, %	Сырой протеин, %	Перевариваемый протеин, %	Сырая клетчатка, %
АС-1	1,237	257,450	1,31	8,120	42,570	34,745	3,963
АД-1	0,950	248,090	0,83	2,807	29,245	24,685	7,643
АД-2	1,072	209,280	0,90	6,740	34,300	27,855	6,806

Комбикорма для раков чаще всего изготавливают в форме гранул. Гранулированные корма для речных раков после погружения в воду должны длительное время сохранять форму и не терять питательные вещества из-за размывания.

Речным ракам следует давать доброкачественные корма. При поступлении их в хозяйство необходимо проверить качество: выяснить съедобность, наличие вредных или ядовитых веществ, свежесть (сохранение цвета, запаха), содержание должного качества питательных веществ для корма данного вида.

Величина суточного рациона раков зависит от возраста, физиологического состояния особи, температуры воды, состава, типа и калорийности пищи. От правильности ежедневного нормирования пищи, постоянного контроля за ее поедаемостью раками зависят, в конечном счете, не только объем полученной продукции, но и остальные экономические показатели работы хозяйства. Объем

рациона снижается при росте массы особи, что связано с замедлением обменных процессов у взрослых раков по сравнению с молодью. Рацион кормосмесей в относительных величинах колебался от 13,0 % у молоди массой 34 мг до 0,7 у взрослых особей массой 32 г (таблица 6).

Таблица 6 - Рацион корма для молоди раков по мере роста (по Н.Я. Черкашиной, 2007)

Возраст (дни)	Средняя масса рака, мг	Рацион сырого корма		Рацион комбикормов	
		мг	% от массы раков	мг	%
Личинки, перешедшие на самостоятельное питание	34,65	13,39	38,50	4,5	13,0
Сеголетки	121,30	27,22	22,44	9,1	7,5
Сеголетки-24	238,20	39,09	16,41	13,0	5,47
Сеголетки-40	591	78,90	13,35	26,3	3,4
Сеголетки-60	1506	122,14	8,11	40,7	2,7
Сеголетки-90	2905	184,42	6,40	61,47	2,1
Сеголетки-120 (перед зимовкой)	5080	275,59	5,43	91,86	1,81-2,0
Двухлетки	7710	457,97	5,94	152,65	1,98-2,0
Двухлетки	17820	559,55	3,14	186,51	1,04-1,0
Двухлетки	31992	642,29	2,01	214,1	0,67-0,7

При кормлении сбалансированным кормом АС-1 кормовой коэффициент у сеголеток – 2,5, а у двухлеток при кормлении сбалансированной кормосмесью АД-1 – 2,0 [60].

По мере снижения температуры снижается и интенсивность обменных процессов, соответственно уменьшается рацион. В период зимовки при минимальных температурах около 4 °С раки практически перестают питаться.

В период подготовки к линьке и после линьки раки питаются более активно, и их рацион следует увеличивать на 15-20 %. В этот период рекомендуется увеличить в рационе раков долю кормов с высоким содержанием кальция. В тоже время следует учитывать, что непосредственно перед и некоторое время после линьки раки из-за недостаточной твердости покровов не питаются. Длительность этого периода зависит от возраста и составляет от нескольких часов у молоди до нескольких суток у взрослых особей.

Учитывая суточный ритм активности питания, молодь раков до месячного возраста необходимо кормить 4 раза (в 11, 19, 1 и 5 ч), двухмесячного – 3 раза (7, 17 и 23 ч), двухлеток – 2 раза (в 17 и 23 ч). Многоразовое их кормление в течение суток возможно при наличии автокормушек. Такое частое кормление позволит повысить ракопродуктивность и снизить кормовой коэффициент. При отсутствии возможности кормить раков в указанные выше часы, корм следует давать в утренние или вечерние часы, строго в одно время, так как они привыкают ко времени его дачи и сами подходят к кормовым местам. Суточный рацион необходимо планировать, учитывая изменение условий на небольшой отрезок времени. На весь вегетационный период составляют общий план, в который вносят поправки в зависимости от складывающейся ситуации.

Поедаемость искусственных кормов зависит от площади прудов и способов кормления. Небольшие пруды для выращивания раков позволяют сосредоточить сеголеток на ограниченной акватории, где они активно потребляют искусственные корма. Кроме того, в них гораздо легче осуществлять интенсивный водообмен и, таким образом, полностью выводить продукты распада экскрементов и несъедобной части корма.

Эффект кормления во многом зависит от термического и гидрохимического режимов прудов. Оптимальный диапазон температур, при котором молодь раков интенсивно питается и растет, лежит в пределах 18°С - 25 °С. Такая большая

амплитуда позволяет кормить раков с начала и до конца их пребывания в прудах [48].

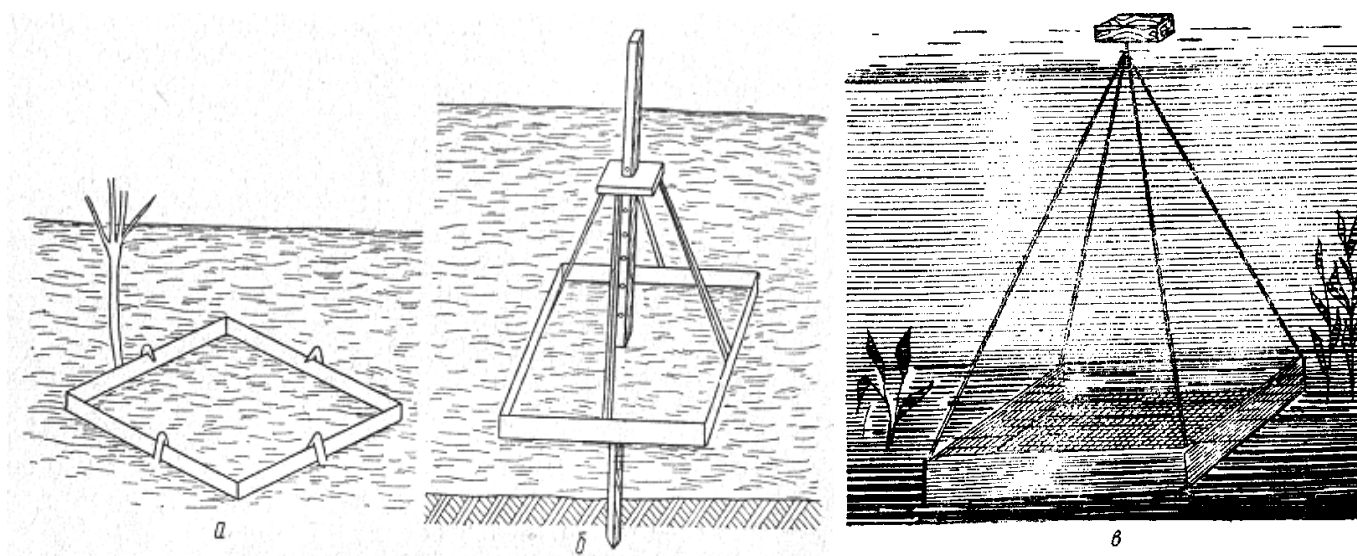
При анализе гидрохимического режима прежде всего необходимо обратить внимание на содержание растворенного кислорода, которое не должно быть ниже 3 мг/л. На интенсивность питания раков влияют также концентрация водородных ионов в воде (оптимальная 7,5-8,5), окисляемость (до 16-17 мг О/л). Повышение рН выше 9, окисляемости – до 20-30 мг О/л угнетающе действуют как на питание, так и на рост выращиваемых раков.

Суточную норму корма можно вносить с помощью автоматических устройств, специально разработанных для бентосных организмов. Они позволяют регулировать частоту кормления раков разного возраста.

При отсутствии автоматических кормушек в прудах в местах наибольшего скопления раков устанавливают кормушки, представляющие собою столики площадью 1,5-2,0 м² с бортиками высокой 3-5 см (рисунок 108). На площади 0,1 га необходимо устанавливать не менее 4 кормушек по углам пруда ближе к водопуску и водовыпуску [64].

Корм можно размещать по кормовым местам и без кормовых столиков, предварительно очищенным от ила, продезинфицированным и утрамбованным. При таком способе кормления овощи, куски мяса, рыбу можно нанизать на металлические или деревянные пруты с грузом. Это позволит контролировать поедаемость корма и вовремя извлекать несъеденные остатки из водоема.

Для предотвращения загрязнения и разложения остатков корма кормовые места необходимо дезинфицировать известью один-два раза в месяц из расчета 1,0-1,5 кг на одно кормовое место.



а – донный; б – устанавливаемый на заданной глубине в толще воды; в – подвесной с грузом

Рисунок 108 – Кормовые столики

При использовании кормушек, кроме дезинфекции, один раз в месяц их промывают и выдерживают на солнце.

Рассчитанное количество задаваемого корма должно строго лимитироваться его поедаемостью. Перед подачей новой порции необходимо проверить, съедена ли предыдущая. При неполном поедании порцию уменьшают, а при полном - увеличивают. Переходить от одного корма к другому надо постепенно.

3 Водоёмы раководного хозяйства, ловля и болезни раков

3.1 Искусственные водоемы для целей раководства

Разведение и выращивание речных раков можно проводить как в естественных, так и в искусственных водоемах. Для целей раководства используются пруды, пруды комплексного назначения, осушаемые заливы водохранилищ, массивы торфяных выработок, карьеры, малые водохранилища, участки рек, лиманы, ильмени, озера, бассейны, аквариумы и др.

Наиболее пригодными водоемами являются пруды небольшой площадью, устроенные на плотных грунтах с водоисточниками из ключей, ручьев, рек или артезианских скважин.

Место для строительства пруда желательно выбрать недалеко от источника воды. Особое внимание уделяется грунту.

Жирные и тощие глины — наиболее надежный грунт для всех категорий прудов, так как они практически непроницаемы для воды и слабо размываются. Тяжелые и средние суглинки — прочный грунт для ложа пруда. Легкие суглинки слабо заиливаются; использование их для строительства прудов возможно, но с использованием дополнительных средств и способов гидроизоляции ложа пруда. Супесь и пески сильно пропускают воду, но могут заиливаться при наличии в вершинах и склонах оврагов глинистых грунтов. Подстилающие почву водоупорные слои мощностью не менее 0,5 м должны залегать на всей площади пруда и возможно ближе к его берегам и поверхности земли.

При строительстве пруда на выбранном месте колышками отмечается форма пруда, если он выкапывается на ровном участке, а если его ложе рассчитано на овраг, то отмечается место плотины (рисунок 109). В проточных прудах нужно выкопать траншеи в середине ложа со скатом к плотине, где будет установлен водоспуск. Так как ложе пруда должно быть непроницаемым для воды, то на грунте из легких суглинков или песчаном укладывается слой мелкой гальки, смешанной с

глиной, утрамбовывается так, чтобы дно имело понижение к планируемому спуску воды.



Рисунок 109 – Строительство пруда

Водослив (из труб или кирпичей) устраивают на уровне нормального зеркала воды или несколько ниже его, предусматривая в таких случаях установку щитков, регулирующих сброс воды для поддержания необходимого уровня ее в пруду, когда нет постоянного притока воды. На водосливе устанавливают металлические решетки, чтобы раки не уходили из водоема вместе с водой. Наиболее дешевым, но менее долговечным является водослив, сделанный из сосновых досок, но лучше его делать из труб, кирпича или бетона.

Берега пруда делают отвесные, которые должны быть на 20-30 см выше поверхности земли и иметь снаружи пологий спуск. Бровка вокруг пруда делается для того, чтобы в случае сильного дождя вода не попала в пруд и не загрязнила воду. Вокруг пруда хорошо посадить деревья и кусты, чтобы улучшить его вид и

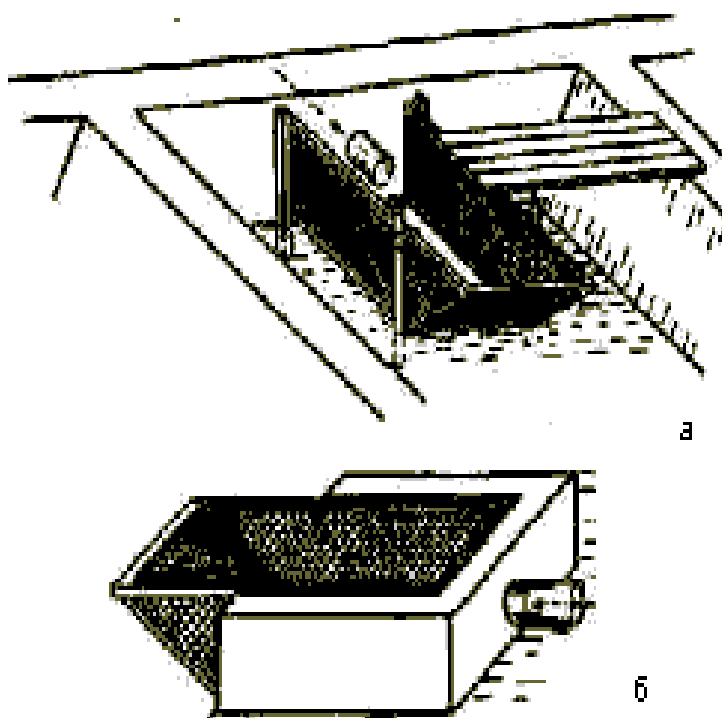
создать возле берегов тень. Глубина воды возле берега должна быть не более 30-40 см.

Для запруды воды в овраге или в ложбине применяют плотину. Она представляет собой насыпь, возведенную из грунта или других водонепроницаемых материалов, поперек оврага или лощины. Вода, отгороженная плотиной, скапливается, образуя пруд. Размер плотины (высота, ширина, откосы) зависит от глубины и площади пруда, мощности местного стока и других факторов. Высота плотины может достигать не более 8-10 м. Ширину плотины по верху (гребню) делают не менее 3-5 м. Гребень плотины должен быть выше постоянного уровня воды на 1-2 м. Мокрый откос (обращенный в сторону воды) обязательно укрепляют дерном, плетнем из хвороста, заполненным камнями; сухой откос тоже укрепляют дерном или засевают травой (рисунок 110).



Рисунок 110 – Плотина

Для вылова речных раков из пруда желательно устраивать ракоуловители, расположив их в отводящем канале (рисунок 111). Участок канала укрепляют одерновкой или бетонными плитами, а в конце устанавливают перегородивающую решетчатую перемычку, закрывающую выход речным ракам из ракоуловителя.



а – вид спереди; б – вид сбоку

Рисунок 111 – Ракоуловитель

Если условия местности вынуждают строить раководный пруд выше водоисточника (озера, реки, ручья), его края обваловывают дамбами, и заполняют водой из озера или речки с помощью насоса или сифона.

Пруд рекомендуется наполнять в конце весеннего половодья, когда начинают поступать почвенные воды, богатые легкоусвояемыми биогенными элементами. Сначала заливают водой канавы и углубления в ложе пруда, пока не пропитается почва нижних слоев, и только после этого затопляют всю площадь ложа. При таком

способе количество нитратного азота в почве увеличится в 2-3 раза, поэтому усилится процесс аэробного (при наличии кислорода) разложения органических веществ. Иными словами, вода обогащается биогенными элементами за счет контакта с грунтом.

При быстром же наполнении пруда легкорастворимые соединения азота, фосфора, калия и кальция, от которых зависит продуктивность водоема раководного хозяйства, проникают в глубокие слои почвы и становятся недоступными для фитопланктона.

Большинство прудов, как правило, имеют кислую реакцию воды и донных отложений. Речные раки же лучше себя чувствуют и растут в слабощелочной среде. Поэтому желательно внести от 3 до 20 ц/га извести по воде или до заполнения пруда водой по ложу его, в зависимости от кислотности среды.

Лучшие результаты получают при внесении негашеной извести. Особо следует обратить внимание на водосток и сброс воды, если пруд проточный.

Качество водоема, помимо общих благоприятных условий, определяется характером полезной для рака площади, т.е. теми участками прибрежной зоны, где он находит для себя убежище и питание (рисунок 112). Наиболее пригодны для рытья нор обрывистые, крутые или более пологие берега со склонами, позволяющими делать горизонтальные норы.

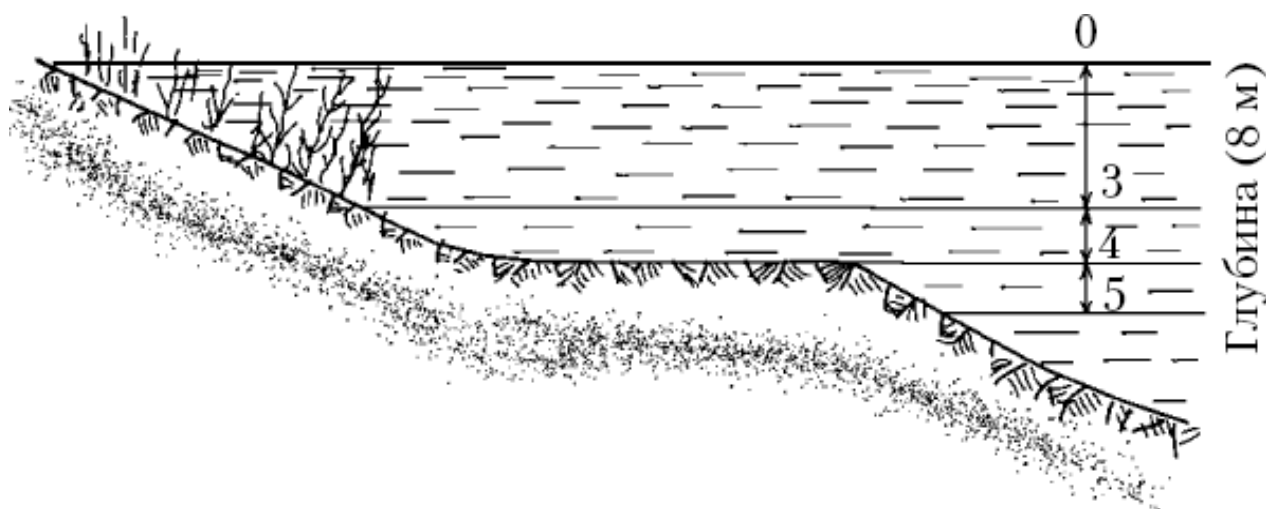


Рисунок 112 – Полезная для рака площадь водоема

Лучшими считаются водоемы, имеющие в прибрежной зоне участки, удобные для убежищ рака на всем протяжении от уреза воды до перехода в глубинную область. Удобный уклон и благоприятный грунт могут сочетаться с разнообразием рельефа: уступами, ямами, обрывами.

Бассейны-питомники – это небольшие искусственные водоемы (размер не менее 2,5х6,0 м, глубина 40-60 см), вырытые в земле, с бетонированными берегами и дном, на которое выкладывается слой ила или песка и убежища для раков из расчета 10 убежищ на погонный метр (рисунок 113).



Рисунок 113 – Бассейны-питомники

Такие бассейны рекомендуется располагать каскадно. Аэрация воды производится с помощью пневматического компрессора, из которого воздух подается в трубы с отверстиями, расположенными по дну или вертикально в

«разбрызг». Бассейны используются для вывода личинок из икры и выращивания их до стадии сеголеток [53], [57].

3.2 Интродукция раков в новый пруд

После того как новый пруд полностью подготовлен к заселению его речными раками, необходимо их отловить в другом водоеме, где они водятся, привести на место и после карантина выпустить в новый пруд.

Если для интродукции выбран старый пруд, который служил для полива огородов или других целей, то перед его заселением речными раками необходимо провести изучение его животного мира. Если в нем живет и размножается плотва, красноперка, верховка и язь, этот водоем следует считать пригодным для разведения раков. Кроме того, хорошо, когда по его берегам растут ивы, осоки и другие влаголюбивые деревья и кустарники, пускающие корни в воду. В путанице их корней раки будут находить для себя надежный приют в дневное время и спасение при преследовании их различными хищниками. В таких местах с нависшими над водой ветвями раки охотнее роют свои норы.

Перед заселением старые пруды лучше всего осушить, чтобы провести мелиорацию водоема — уничтожить сорную рыбу, хищников (например, щук, окуней) и других вредных для раков животных (жуки, личинки стрекоз, возбудители болезней), засеять дно сельскохозяйственными культурами: овсом, викой, люпином, горохом или другими бобовыми растениями.

От такого использования пруда в течение одного лета хозяйство только выиграет. Очищение пруда от вредителей, болезней и азотистое удобрение дна водоема от корней бобовых растений создает такие благоприятные условия для разведения раков, что отсрочка на год и все расходы, связанные с мелиорацией пруда, оправдаются с избытком скоростью размножения и хорошим ростом новоселов, посаженных в очищенный водоем с наступлением осени.

При выборе объекта интродукции нужно учитывать репродукционные возможности вида рака, отдавая предпочтение тем, спаривание у которых

происходит в осенне-зимний период, а икрометание в начале весны. К таким видам относится длиннопалый рак (рисунок 114). Этот вид обладает чрезвычайно высокой потенциальной продуктивностью, число потомков одной самки через 10 лет может достигнуть 6.787 особей общей массой более 4.000 кг [52].



Рисунок 114 – Длиннопалый рак

Однако наиболее ценным на рынке является широкопалый рак (рисунок 115). Поэтому в местах, где не водится длиннопалый, посадочный материал нужно приобретать этого вида, обладающего лучшими гастрономическими качествами.

Интродукция длиннопалого рака допустима только в водоемы, непригодные для широкопалого рака. Длиннопалый рак, как менее требовательный к экологическим факторам, может обитать в водоемах северных и южных районов России. В южных районах раки этого вида отличаются особенно большими размерами и высоко ценятся на рынке [53].



Рисунок 115 – Широкопалый рак

Следует помнить, что заселять примыкающие один к другому пруды раками различных видов или подвидов недопустимо. Характер взаимоотношений вселяемого вида с местными формами речных раков еще недостаточно изучен, но имеется немало примеров, когда вселение нового вида раков приводило к полному исчезновению в водоеме аборигенного вида. Так, при вселении в Шацкие озера Украины широкопалого рака, отмечено полное исчезновение местного вида раков, а в Швеции и Финляндии при интродукции сигнального рака наблюдалась почти полная гибель широкопалого. Что касается длиннопалого рака, то он также вытесняет более ценный вид — широкопалого рака. Поэтому, прежде чем заселять водоем раками, нужно убедиться, что в нем или в примыкающих водоемах нет длиннопалого рака.

В искусственных условиях удалось получить гибриды от широкопалого и узкопалого раков, но гибридное потомство не доросло до взрослого состояния и

погибло. Следует также иметь в виду, что узкопалый и широкопалый раки различаются не только по внешнему виду, но и по числу хромосом; у узкопалого рака их 184, а у широкопалого около 100 сегментов [27].

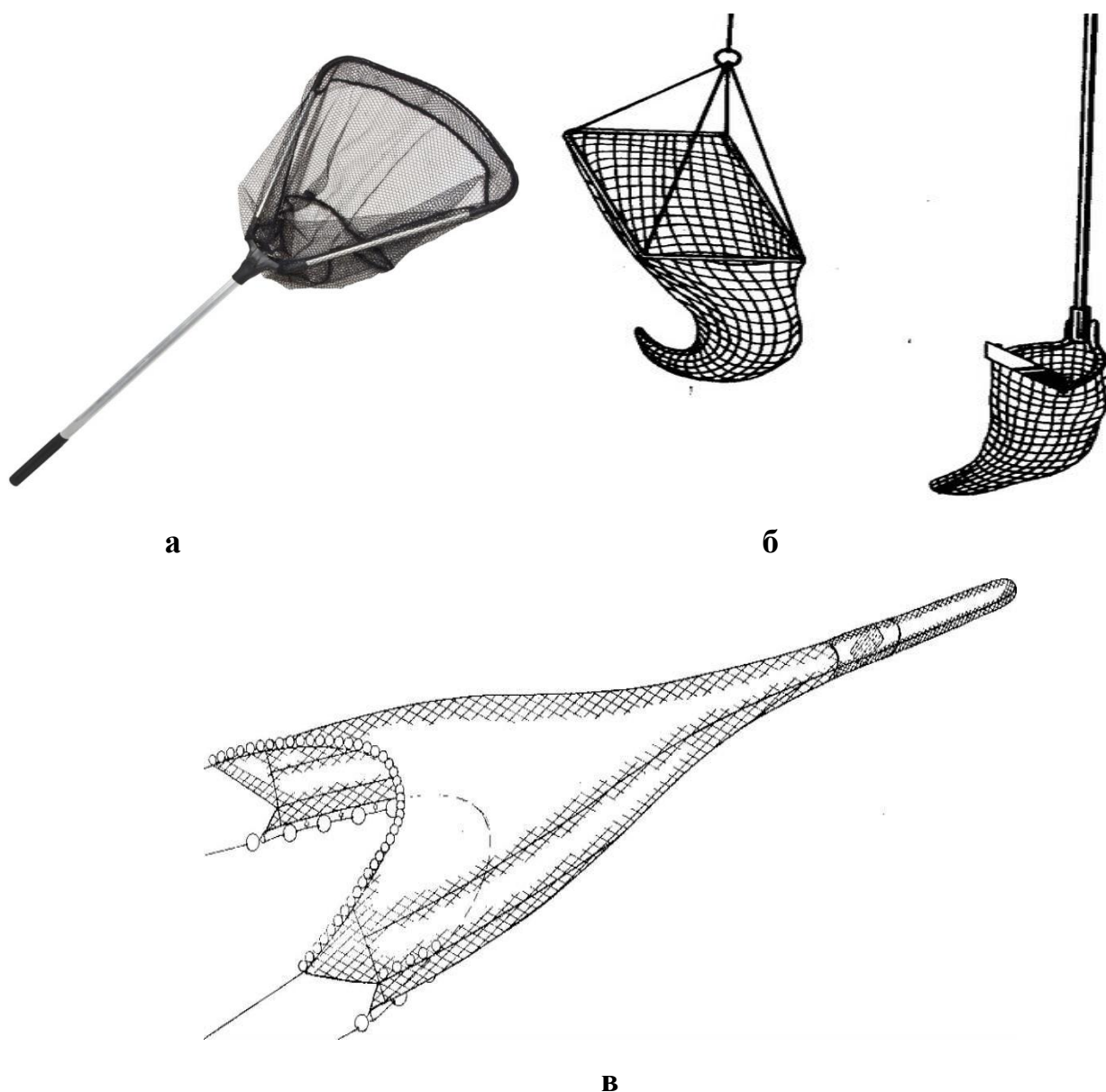
3.3 Ловля раков

Облов и спуск прудов с сегментками и взрослыми раками обычно производят в конце сентября - начале октября (пересадка на зимовку и спаривание). После зимовки раков пересаживают в нагульные пруды в первой декаде мая.

Перед началом спуска прудов рекомендуется обловить раков раколовками. При спуске воды оставшиеся раки собираются в канаве, проходящей через весь пруд, и специальных колодцах, что облегчает их сбор. Спускать пруды необходимо медленно, чтобы они успевали следовать за водой, в вечернее и ночное время, когда раки активны. Так, пруд площадью 0,1 га облавливают в течение 2-3-х дней, причем основная масса молоди вылавливается на второй день (60 %). Облавливают раков сачками, болгарской драгой, тралом и другими видами орудий лова (рисунок 116). Отлов, пересадку и транспортировку раков лучше проводить в утренние или вечерние часы, а также в прохладные пасмурные дни.

Молодь размером менее 4-5 см в прудах невозможно обловить, поэтому рекомендуется отлавливать сегментов осенью, когда они достигнут относительно крупных размеров. Можно проводить зимовку в том же пруду, где проводилось выращивание молоди. Проблем при отлове молоди можно избежать, если использовать бетонные бассейны-питомники или небольшие водоемы с покрытыми полимерными материалами стенками. В таких водоемах рачки не могут построить норы и легко отлавливаются при спуске воды.

Подсчет выловленных раков проводят объемным методом - подсчитывают число раков в ведре или другой емкости, и по количеству выловленных емкостей определяют число выловленных раков.



а – сачок; б – драги; в – трал

Рисунок 116 – Орудия лова раков

Если раков планируется реализовать в торговую сеть, то рекомендуется, согласно техническим условиям по реализации, не менее суток подержать их в садках или бассейнах с проточной водой. В перевозку они должны идти совершенно чистыми и с освободившимся желудочно-кишечным трактом.

Имеется несколько способов отлова речных раков. Ловить раков лучше при помощи раколовок, также называемых рачнями или рачешнями. Это очень простые

и дешевые орудия лова, раколовку можно сделать самому. Раколовки имеют различное устройство и делаются из сетки и проволоки или из дерева. Самой простой из них является раколовка открытого типа - хватка или раколовка – тарелка, круг. Она представляет собой железное кольцо диаметров 30-40 см, с хлопчатобумажной мелкоячеистой сеткой, которое при помощи шнура закрепляется на палке (рисунок 117).



Рисунок 117 – Раколовка открытого типа - круг

Если раколовка нужна, чтобы ловить раков на глубине, то к ней привязываются три или четыре веревочки, соединенные узлом, от последнего идет длинная веревка для подъема и спуска снаряда с поплавком на конце.

Если раколовка предназначена, чтобы ловить раков в прибрежной зоне лучше пользоваться кругом другого типа, у которого поплавок заменяется шестом. Последний втыкается в грунт. Приманка привязывается к шесту или непосредственно к дели, лучше в нескольких местах (рисунок 118).

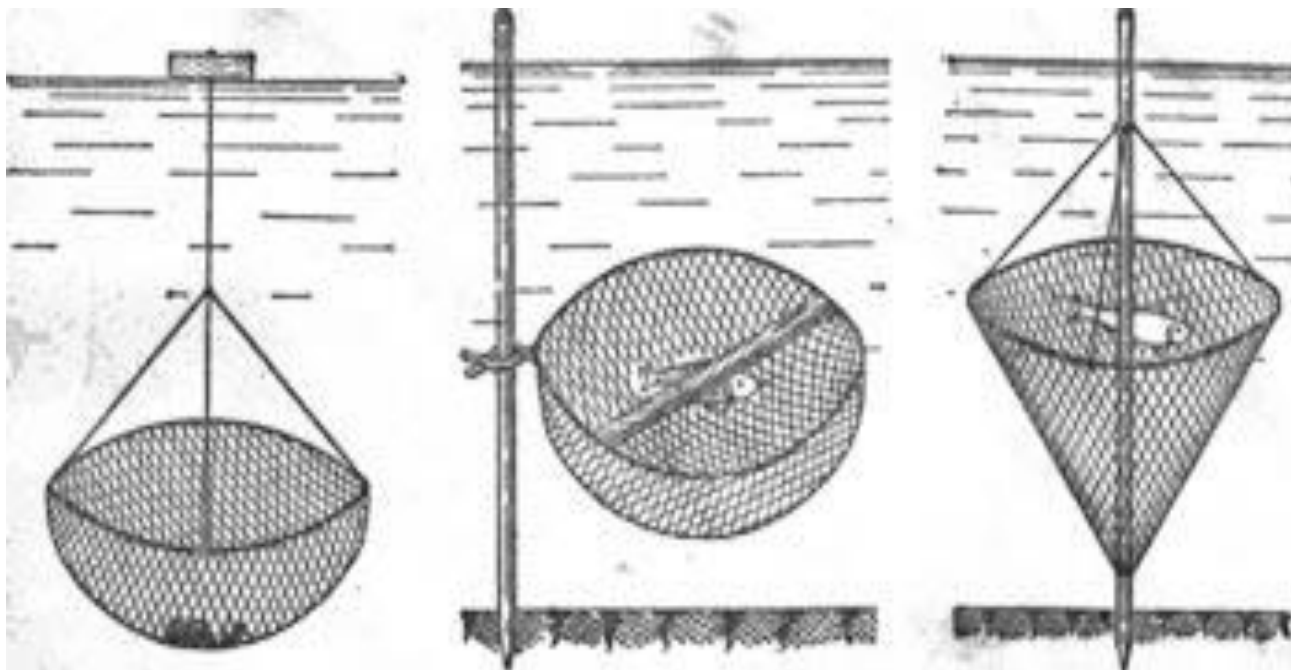


Рисунок 118 – Ловля раков раколовкой

Можно кругом ловить раков с лодки. Круг опускается на дно водоема с приманкой (рыба, мясные отходы, лягушка разрезанная). Расставлять круги следует таким образом, чтобы было удобнее проверять, например, по прямой линии. Они должны находиться на глубине от 1 до 2 м. Спустя 20 минут по возможности быстрее поднимается, чтобы захватить больше раков, так как некоторые успевают выскочить за пределы круга, другие запутываются в сетке и их оттуда выбирают в корзину, а потом сажают в садок. Таким способом в плотно населенном раками водоеме за один летний вечер можно наловить 200-300 штук на один круг [53].

Лучшие результаты дает ловля раков закрытыми раколовками, также называемыми ночниками или рачными домиками. Эти орудия лова устроены более сложно, чем раколовки открытого типа. Они могут быть складывающимися. Преимущество ловить раков раколовкой закрытого типа в том, что они не требуют частой проверки. Обычно проверяют их 2-3 раза ночью или перед рассветом.

Существуют несколько конструкций раколовки-ночников. Более просто устроенные раколовки состоят из жесткого проволочного каркаса (диаметр нижнего

круга 35-50 см, верхнего 25-35 см, высота 12-15 см), на который натягивается дель с таким расчетом, чтобы осталось отверстие шириной в 5 -7 см (рисунок 119).

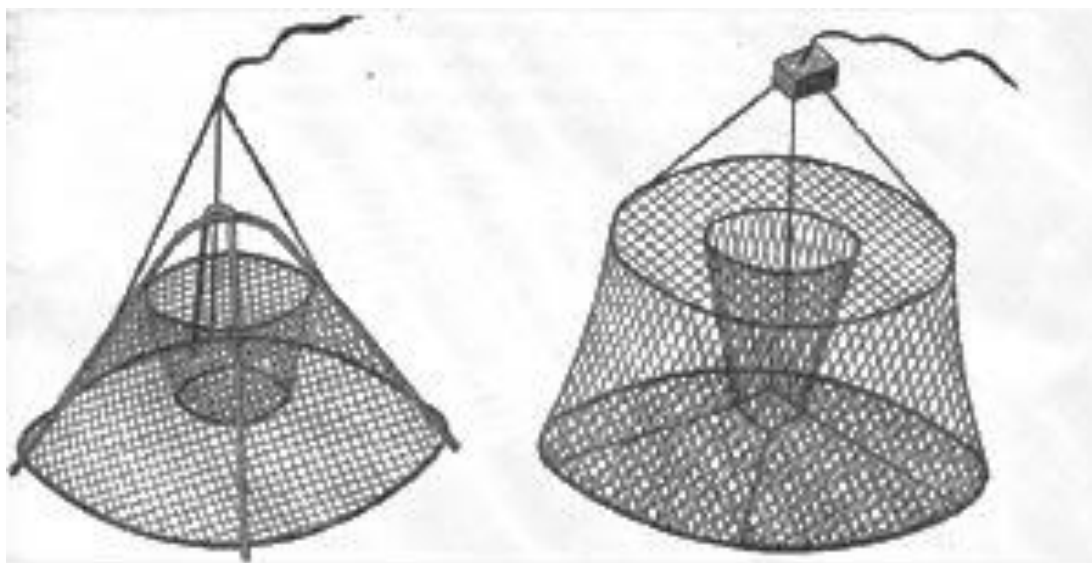


Рисунок 119 – Раколовки-ночники

Часто раколовки делают более высокими (20-25 см) и вход снабжают горловиной, или делают несколько. Последние делаются из дели, диаметр входного отверстия 5-7 см. Они крепятся оттяжками к нижнему кругу. Если горловин в раколовке несколько, то их лучше располагать наискосок. При этом увеличивается уловистость раколовки (рисунок 120).



Рисунок 120 – Рачные домики

По такому же типу устроены верша, бучи или бычки, представляющие собой двугорлые ловушки квадратной или цилиндрической формы (длина до 70 см, диаметр до 20 см), сделанные из сосновой лучины, металлической сетки, укрепленные на 6 кругах проволокой или лыком. По концам вставляются две горловины с диаметром входного отверстия 5-7 см, а сверху вырезается дверка. Последняя служит для вынимания раков и закладывания палки в виде распорки, в которую зажимается приманка (рисунок 121).



Рисунок 121 – Верша

Недостатком описанных закрытых раколовков является их громоздкость. Они пригодны для лова на одном определенном водоеме. Для любителя, желающего ловить раков на раколовку на разных водоемах, более удобны складывающиеся или разборные раколовки-ночники (рисунок 122).

Ловлю раков хорошо проводить в тех местах, в которых их подкармливают. Если подкорм не проводится, то очень полезно перед ловом, за несколько недель устроить приваду, разбрасывая корм в местах предполагаемого лова два раза в день и в вечернее время. Наловленных раков нужно держать до конца работы в садке, опущенном в воду, с измельченной крапивой, которую очень любят поедать речные раки [49].



Рисунок 122 – Складывающиеся раколовки

3.4 Болезни раков

В настоящее время у речных раков известно достаточно большое количество различных заболеваний, вызываемых вирусами, бактериями, грибами, микоспоридиями, малощетинковыми червями. Наиболее опасными заболеваниями являются афаномикоз или чума раков, септоцилиндроз или ржавопятнистая болезнь раков, сапролегниоз.

Афаномикоз или чума раков. Микозное заболевание речных раков, сопровождающееся их массовой гибелью, никакого отношения к чуме человека не имеет. Впервые отмечено во второй половине 19 века. Считается, что возбудитель афаномикоза был занесен в водоемы Европы вместе с северо-американскими видами раков.

Возбудитель – гриб *Aphanomyces astaci* из сапролегниевых. Мицелий гриба сильно разветвлен. Заболеванию подвержены речные раки всех возрастов. Эпизоотии наблюдаются в весеннее-летний период и заканчиваются гибелью раков. Источником инфекции являются больные и погибшие раки. Споры могут попасть в водоем также с орудиями лова, оборудованием, которые использовались на зараженном водоеме. Гриб проникает в тело рака через жабры, сочленения, поражая нервную систему. Вспышке болезни способствует травматизация раков.

Распространяется чума как вниз, так и вверх по течению рыбами, насекомыми, птицами.

Клинические признаки и патогенез. В дневное время больные раки оставляют убежища, что для них необычно, ползают по дну, подходят к берегам и даже выползают на берег. Спустя некоторое время они начинают передвигаться на вытянутых конечностях. Отмечается судорожное подергивание конечностей и хвостового плавника. С развитием болезни наступает слабость и вялость движений, раки опрокидываются на спину и погибают в судорогах. В отдельных случаях суставы настолько разрушаются грибом, что конечности отпадают (рисунок 123).



Рисунок 123 – Афаномикоз или чума раков

Заражение чумой раков можно определить по белым или буровато-красным пятнам на мышцах хвоста, а также чёрным пятнам на панцире. В этих местах

обосновываются инкапсулированные гифы гриба. Белые пятна появляются, если температура воды более высокая, тогда и болезнь протекает быстрее. В более прохладной воде заболевание развивается медленнее, и пятна на панцире (в области ног и нижней части брюшка) обычно коричневых оттенков.

Диагноз ставят на основании клинических признаков и путем выделения возбудителя. На неблагополучное хозяйство накладывают карантин. Меры борьбы не разработаны [12], [34].

Септоцилиндроз, или ржавопятнистая болезнь раков. Это инфекционное заболевание речных раков, широко распространено в России и Европе. Впервые болезнь отмечена в России в 1875 г. К. Кесслером. Возбудитель болезни – несовершенный гриб *Septocylindrum astaci*. У него сильноветвящиеся тонкостенные гифы, воздушный мицелий красно-лилового цвета.

Заболеванию подвержены все виды речных раков. Болезнь чаще всего регистрируется весной и осенью после линьки у особей длиной 8-11 см. Самцы болеют чаще, чем самки. Возникновению болезни способствует их травматизация. Заражение происходит при контакте с больными раками или с пораженными, сброшенными при линьке панцирями.

Клинические признаки и патогенез. На теле больных раков, чаще всего на гладких участках панциря, появляются различной формы и размера оранжевые пятна. В центре пятен панцирь размягчается, разрушается и образуется язва. Свежие пятна имеют зеленоватый цвет. С течением времени они приобретают ржаво-коричневый оттенок, их сердцевина становится твердой и зернистой, а края мягкими и тонкими. Бывает, что у инфицированного рака язвы рубцуются, образуя хитиновый бугорок. Но в других местах появляются свежие язвы. Коричневатые или золотисто-жёлтые уплотнения образуются и в печени больных раков (рисунок 124).

Диагноз ставят на основании клинических признаков и путем выделения возбудителя. На неблагополучное хозяйство накладывают карантин. Меры борьбы не разработаны. Для предотвращения заражения раков промысел следует осуществлять после прекращения линьки раков и уравнивания соотношения самок и самцов [11], [34].



Рисунок 124 – Септоцилиндроз, или ржавопятнистая болезнь раков

При малой проточности, особенно при высокой температуре и недостаточном насыщения воды кислородом, икра самок заражается **сапролегнией** (рисунок 125). Для борьбы с ней лучшим средством оказался раствор малахитовой зелени (1:100.000) или метиленовой сини (1:200.000) с экспозицией 10-15 минут [19].

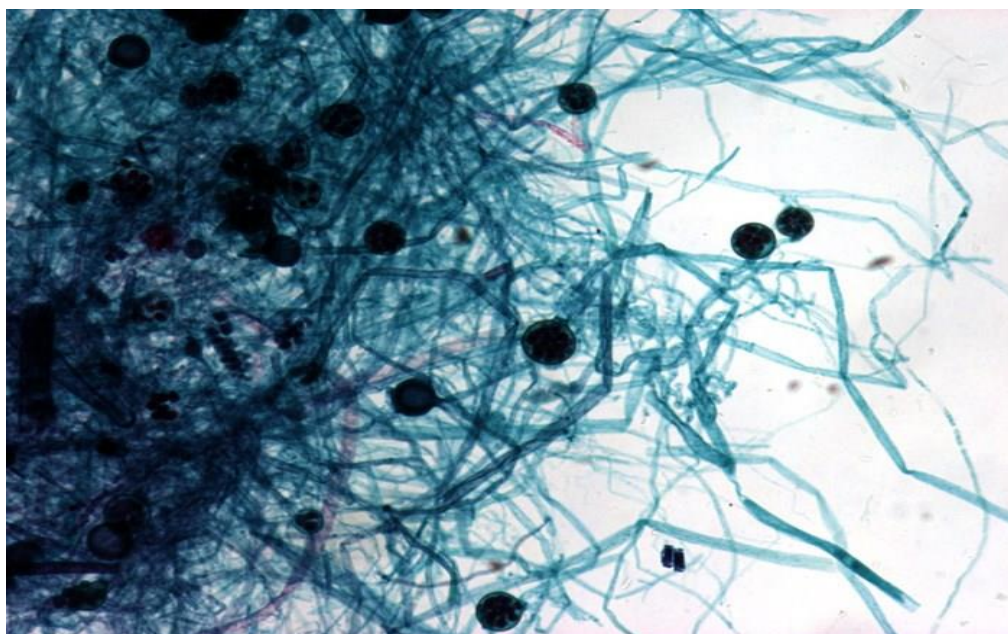


Рисунок 125 – Грибы из рода *Saprolegnia*

Микроспоридиоз или фарфоровая болезнь – еще одно опасное заболевание речных раков, вызываемое микроспоридией *Thelohania contejeani*. Микроспоридии паразитируют в скелетной мускулатуре, сердечной мышце, яичниках рака. Пораженные мышцы и органы приобретают молочно-белый цвет, обусловленный тем, что созревшие споры паразита сильно преломляют свет (рисунок 126). Диагноз ставят на основании клинических признаков и путем выделения возбудителя [13], [33].



Рисунок 126 – Микроспоридиоз или фарфоровая болезнь

Иногда на панцире и жабрах раков **встречаются малощетинковые черви из рода *Branchiobdella***, что ухудшает их товарный вид (рисунок 127). При промывании зараженных раков в 3 %-ном растворе поваренной соли в течение 10 минут большинство червей отпадает [28], [58].

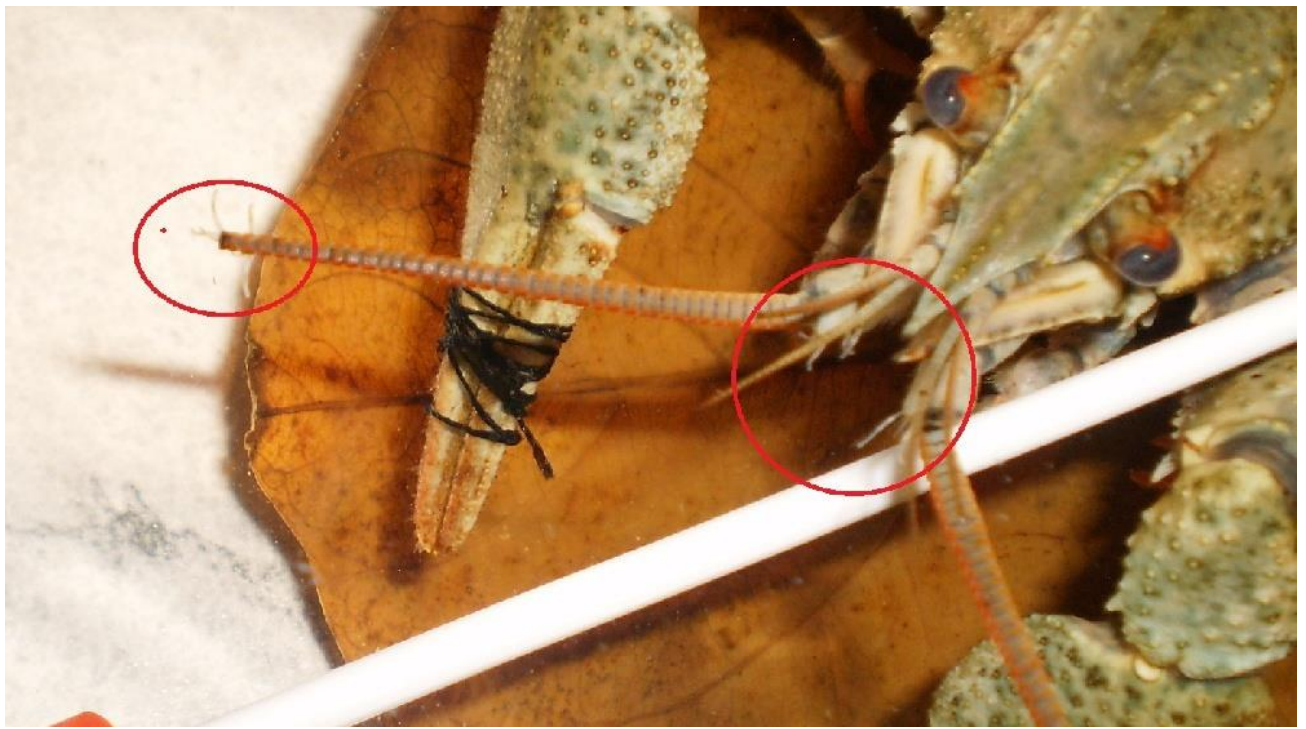


Рисунок 127 – Малощетинковые черви из рода *Branchiobdella* на теле речного рака

Список использованных источников

1. Александрова, Е.Н. Промышленное культивирование речных раков / Е.Н. Александрова // Рыбоводство и рыболовство. - 1994. - №4. – С. 27-28.
2. Александрова, Е.Н. Методические указания по культивированию посадочного материала раков в заводских условиях и увеличению ракопродуктивности естественных водоемов путем вселения молоди раков / Е.Н. Александрова. – М.: Россельхозакадемия, 1994. – 68 с.
3. Александрова, Е.Н. Промысел и культивирование речных раков России / Е.Н. Александрова, Ю.П. Мамонтов, Т.Ю. Полосьянц // Рыбное хоз-во. Серия «Аквакультура: Информационный пакет». – М.: ВНИЭРХ. 2001. Вып.1. – 47 с.
4. Александрова, Е.Н. Методические основы пастбищного культивирования речных раков (Decapoda: Astacidae) в водоемах России / Е.Н. Александрова // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: сб.науч.тр. / ГНУ ВНИИР и РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. 2005. Т.3. – С. 96-112.
5. Александрова, Е.Н. Технология культивирования речных раков в неспускаемых водоемах по пастбищному типу / Е.Н. Александрова. - М.: Россельхозакадемия, 2005а. – 24 с.
6. Александрова, Е.Н. Получение и использование исходного природного материала для разведения и воспроизводства речных раков (методические указания) / Е.Н. Александрова. - М.: Россельхозакадемия, 2005b. – 47 с.
7. Александрова, Е.Н. Рекомендации по товарному выращиванию раков в фермерских хозяйствах / Е.Н. Александрова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2006. - № 1. - С. 33-35.
8. Александрова, Е.Н. Наставления по формированию маточных стад речных раков (Decapoda: Astacidae) / Е.Н. Александрова. - М.: Россельхозакадемия, 2010. – 30 с.
9. Александрова, Е.Н. Состояние запасов речных раков родов *Astacus* и *Pontastacus* и работ по их воспроизводству в России / Е.Н. Александрова, Г.Е.

Серветник, Е.И. Шишанова, Н.К. Шульгина // В сборнике: Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сборник научных трудов. М., 2010. - С. 131-143.

10. Александрова, Е.Н. Российские речные раки как объекты пищевого потребления / Е.Н. Александрова // Вестн. Рос. акад. сельскохоз. наук. - 2013. - №5. – С. 59-63.

11. Александрова, Е.Н. Ржаво-пятнистая болезнь российских речных раков подсемейства Astacinae Latreille, 1802 – индикатор состояния популяции и качества среды ее обитания / Е.Н. Александрова // Естественные и технические науки. - 2013. - №3. – С. 85-89.

12. Александрова, Е.Н. О чуме речного рака и мерах защиты от нее при восстановлении популяций российских речных раков подсемейства Astacinae / Е.Н. Александрова // Естественные и технические науки. - 2013. № 5 (67). - С. 71-74.

13. Александрова, Е.Н. Об афаномикозе в связи с работами по восстановлению популяций российских речных раков подсемейства Astacinae / Е.Н. Александрова // Успехи медицинской микологии. - 2013. - Т. 11. - С. 388-391.

14. Александрова, Е.Н. Проблемы развития раководства в России и интеграции а агропромышленный комплекс / Е.Н. Александрова // В сборнике: Перспективы и проблемы развития аквакультуры в составе АПК Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2014. - С. 71-83.

15. Александрова, Е.Н. Оценка природных популяций речных раков при выборе источников диких производителей при разведении / Е.Н. Александрова // Вестник Астраханского государственного технического университета. - 2014. - № 4. - С. 31.

16. Александрова, Е.Н. Научные подходы к domestикации российских речных раков / Е.Н. Александрова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2014. № 1. - С. 57-61.

17. Александрова, Е.Н. Анализ результатов выращивания речных раков подсемейства Astacinae с целью усовершенствования способов их культивирования

в малых водоемах / Е.Н. Александрова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. - 2015. - №2. – С. 47-54.

18. Александрова, Е.Н. Выращивание раков в прудах на сформированной кормовой базе / Е.Н. Александрова // Зоотехния. - 2015. - № 10. - С. 7-8.

19. Александрова, Е.Н. Мицелиальные грибы – возбудители микозов речных раков и их современная таксономия / Е.Н. Александрова, К.Л. Тарасов // Микология и фитопатология. - 2015. - Т. 49. - № 6. - С. 366-373.

20. Александрова, Е.Н. Перспективы по восстановлению и развитию рачного хозяйства России / Е.Н. Александрова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2016. - № 2. - С. 7-12.

21. Александрова, Е.Н. Длиннопалый рак как объект разведения в водоемах бассейна реки Волги / Е.Н. Александрова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2016. - № 4. - С. 9-19.

22. Александрова, Е.Н. Исследования ФГБНУ ВНИИР по развитию раководства нативных речных раков подсемейства Astacinae за период 2008-2015 гг. / Е.Н. Александрова // В сборнике: Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени. - 2016. - С. 31-44.

23. Александрова, Е.Н. Стратегия развития товарного раководства в Российской Федерации / Е.Н. Александрова // В сборнике: Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени. - 2016. - С. 31-36.

24. Александрова, Е.Н. Значение природных ресурсов в культивировании российских речных раков подсемейства Astacinae Latreille, 1802 / Е.Н. Александрова // В сборнике: Пресноводная аквакультура: мобилизация ресурсного потенциала. - 2017. - С. 136-144.

25. Алехнович, А.В. Новые подходы к эксплуатации и охране популяций речных раков / А.В. Алехнович, В.Ф. Кулеш // Экология. - 2004. - №1. – С. 51-55.

26. Богерук, А.К. Состояние и направления развития аквакультуры в Российской Федерации / А.К. Богерук. - М., 2007.- 88 с.

27. Борисов, Р.Р. Биология, воспроизводство и культивирование речных

раков / Р.Р. Борисов, Н.П. Ковачева, Е.С. Чертопруд. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – 96 с.

28. Бошко, Е.Г. Паразиты и комменсалы речных раков водоемов России и Украины / Е.Г. Бошко // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. - 2010. - №17 (21). – С. 39-44.

29. Бретт, Ф. Производство пресноводных раков в различных странах мира / Ф. Бретт // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2007. - №3. – С. 51-60.

30. Бродский, С.Я. Индустриальный метод культивирования речных раков / С.Я. Бродский // Рыбн.хоз-во. - 2012. - №11. – С. 58-60.

31. Власов, В.А. Разведение пресноводных рыб и раков / В.А. Власов, С.Б. Мустаев. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2004. – 256 с.

32. Власов, В.А. Пресноводная аквакультура: учебное пособие / В.А. Власов. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 384 с.

33. Воронин, В.Н. Болезни и паразиты широкопалого рака *Astacus astacus* L. в России и сопредельных странах / В.Н. Воронин // Рыбное хозяйство серия «Болезни гидробионтов в аквакультуре». Вып.4. 2000. – 11 с.

34. Головина, Н.А. Ихтиопатология / Н.А. Головина [и др.] – М.: Мир, 2007. – 448 с.

35. Жмакин, М.С. Рыбы и раки. Технология разведения. Видовые особенности / М.С. Жмакин. – Ростов н/Д: Владос, 2010. – 192 с.

36. Жизнь животных. Беспозвоночные. Т.2. / Под ред. Л.А. Зенкевича. – М.: Просвещение, 1968. – 606 с.

37. Кияшко, В.В. Апробация выращивания речного рака в индустриальных условиях / В.В. Кияшко, О.А. Гуркина, А.А. Васильев, М.Н. Долгополова // Вестник Мичуринского гос.аграрн.унив-та. - 2016. - №1. – С. 47-50.

38. Ковачева, Н.П. Прижизненное определение физиологического статуса десятиногих ракообразных (Crustacea Decapoda) по гематологическим показателям / Н.П. Ковачева, Е.Н. Александрова // Успехи физиологических наук. - 2010. - Т. 41. - № 2. - С. 51-67.

39. Козлов, В.И. Аквакультура: учебник / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-

Никишин, А.Л. Бородин. - М. : КолосС, 2006. - 446 с.

40. Козлов, А.В. Разведение рыбы, раков, креветок в приусадебном водоеме / А.В. Козлов. – М.: «Аквариум-Принт», 2009. – 176 с.

41. Колмыков, Е.В. Инструкция по искусственному разведению длиннопалых раков в дельте р. Волги / Е.В. Колмыков. – Астрахань: КаспНИИРХ. – 1997. – 33 с.

42. Колмыков, Е.В. Инструкция по разведению речных раков / Е.В. Колмыков. – Астрахань: Изд-во КаспНИИРХ, 2004. – 30 с.

43. Константинов, А.С. Общая гидробиология / А.С. Константинов – М.: Высш.шк., 2010. – 472 с.

44. Лебедев, С.В. Определение качества воды по биологическим, физическим и химическим показателям: лабораторный практикум / С.В. Лебедев, Е.П. Мирошникова. - Оренбург: ОГУ. 2013. – 110 с.

45. Мирошникова, Е.П. Основы аквакультуры: учебное пособие / Е.П. Мирошникова; Оренбургский гос.ун-т. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2010. – 206 с.

46. Мирошникова, Е.П. Общая биология (с основами биологии гидробионтов): учебное пособие/ Е.П. Мирошникова, С.В. Лебедев, Г.В. Карпова; Оренбургский гос.ун-т. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011. – 623 с.

47. Мирошникова, Е.П. Аквакультура [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / Е. П. Мирошникова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 168 Mb). - Оренбург : ОГУ, 2015.

48. Мирошникова, Е. П. Кормление и кормопроизводство [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / Е. П. Мирошникова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 51.2 Mb). - Оренбург : ОГУ, 2015.

49. Мицкевич, О.И. Раколовство и раководство на водоемах европейской части России / О.И. Мицкевич. – С.-Пб.: ФГНУ ГосНИОРХ, 2016. – 207 с.

50. Морузи, И.В. Гидробиология рыбохозяйственных водоемов / И.В.

Морузи. – Новосибирск: Издат. центр НГАУ, 1997. – 102 с.

51. Нефедов, В.Н. Длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus*) в водоемах Волгоградской области. Биология, промысел и вопросы культивирования / В.Н. Нефедов. – Волгоград, 2004. – 179 с.

52. Пономарев, С.В. Фермерское рыбоводство / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина. – М.: Колос, 2008. – 347 с.

53. Рахманов, А.И. Речные раки. Содержание и разведение / А.И. Рахманов. – М.: ООО «Аквариум-Принт», 2007. – 48 с.

54. Симаков, Ю.Г. Пути интенсификации роста речных раков при современных методах культивирования / Ю.Г. Симаков, Т.Ю. Полосьянц // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России. Материалы международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2001. – С. 104-105.

55. Снегов, А.В. Рыба и раки. Технология разведения / А.В. Снегов. – М.: Астрель; Владимир: ВКТ, 2012. – 192 с.

56. Федотов, В.П. Разведение раков / В.П. Федотов. – С.-Пб.: Биосвязь, 2013. – 101 с.

57. Харчук, Ю.А. Разведение раков / Ю.А. Харчук. – М.: Феникс, 2007. – 38 с.

58. Целищева, Л. Рачья пиявка (*Branchiobdella astaci* Odier, 1823) в Кировской области / Л. Целищева // Вестник ИБ. - 2008. - №4. – С. 21-22.

59. Черкашина, Н.Я. Поликультура сеголетков длиннопалого рака и карпа / Н.Я. Черкашина // Тез.докл.обл.научн.конф. по итогам работы АзНИИРХ в X пятилетке. – Ростов н/Д., 1981. - С. 218-220.

60. Черкашина, Н.Я. Комбикорм для раков рода *Astacus* / Н.Я. Черкашина, Е.Н. Коломыйцева, И.В. Сыроватка // Сб.научн.тр. ВНИПРХ «Биологические основы рационального кормления рыбы». М., 1986. Вып. 49. – С. 186-189.

61. Черкашина, Н.Я. Временная инструкция по формированию маточных стад раков / Н.Я. Черкашина. – М.: ВНИРО, 1988. – 24 с.

62. Черкашина, Н.Я. Раки рода *Astacus* в водоемах Азово-Донского бассейна

и рекомендации по сохранению и увеличению их численности / Н.Я. Черкашина и др. // Сб. «Проблемы охраны, рационального использования и воспроизводства речных раков». М., 1997. – С. 96-104.

63. Черкашина, Н.Я. Динамика популяций раков родов *Pontastacus* и *Castiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения / Н.Я. Черкашина. – М.: ФГУП «Нацрыбресурс», 2002. – 257 с.

64. Черкашина, Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций / Н.Я. Черкашина. – Ростов-на-Дону: «Медиа-полис», 2007. – 118 с.

65. Черкашина, Н.Я. Технология получения личинок раков в управляемой среде / Н.Я. Черкашина. - Краснодар, 2010. – 34 с.

66. Черкашина, Н.Я. Речные раки / Н.Я. Черкашина. - Ростов-на-Дону, 2013. – 246 с.

67. Черкашина, Н.Я. Временная инструкция по выращиванию длиннопалого рака в прудах / Н.Я. Черкашина. – М.: ВНИРО, 2014. – 24 с.

68. Шарова, И.Х. Зоология беспозвоночных / И.Х. Шарова. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 592 с.

Учебное пособие

Юлия Владимировна Килякова
Елена Петровна Мирошникова
Азамат Ерсайнович Аринжанов

РАКОВОДСТВО

ISBN 978-5-7410-1984-9

