



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Водных биоресурсов и аквакультуры

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)**

На тему Биоресурсы речных раков рода *Astacus* в России, воспроизводство и охрана

Исполнитель Тораев Кадам Джумбаевич

Руководитель д.б.н., профессор Денисенко Станислав Григорьевич

**«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой**

(подпись)

к.т.н., доц.
Королькова Светлана Витальевна
«__» _____ 20__ г.

Санкт–Петербург

2016

Оглавление

Введение.....	3
1. Особенности биологии и распространения раков рода <i>Astacus</i>	5
1.1. Широкопалый рак (<i>Astacus astacus</i>).....	5
1.2. Длиннопалый рак (<i>Astacus leptodactylus</i>)	7
2. Биоресурсы раков рода <i>Astacus</i> и их эксплуатация	11
2.1. Биоресурсы речных раков в Ленинградской области	13
2.2. Вылов и искусственное воспроизводство раков рода <i>Astacus</i>	15
3. Оценка состава уловов и их биологический анализ	18
4. Особенности воспроизводства раков	21
4.1. Способы и эффективность культивирования раков	24
4.2. Заготовка производителей и получение личинок речных раков.....	26
4.3. Особенности выращивания раков в прудах	34
5. Природоохранные проблемы ракопромысла и раководства.....	47
5.1. Выявление и мониторинг рачьих эпизоотий.....	48
5.2. Контроль физиологического состояния	50
Заключение.....	51
Источники информации.....	55

Введение

Речные раки являются особо ценным деликатесным продуктом питания и пользуются большим спросом на мировом рынке, но в результате интенсивного антропогенного воздействия многие водоемы России практически утратили свое промысловое значение.

Интенсивный промысел широкопалого рака рода *Astacus* на Северо-Западе России начался с 1880 г., когда биоресурсы данного вида в Западной Европе были полностью уничтожены [1, 2].

В царской России раки разводились искусственным путем для производства дорогих консервов, которые отправлялись в европейские страны (Италия, Австро-Венгрия, Германия, Франция) [3, 4]. Во времена Советского Союза промысел неоднократно прерывался из-за эпизоотий «рачьей чумы». После очередной вспышки заболевания в начале 1970-х годов вылов раков в водоемах Ленинградской области прекратился [1].

В 1960-х годах наблюдалась тенденция исчезновения раков из малых озер в связи с их эвтрофированием. После десятилетнего отсутствия широкопалого рака в водоемах Ленинградской области в 1980-х годах стали вновь встречать его в ряде водоемов. В это же время резко возрос спрос именно на данный вид рака на международном рынке. В связи с этим было решено восстановить его запасы [1].

Современные мировые объемы добычи беспозвоночных (ракообразных, моллюсков, иглокожих и других) постоянно возрастают [5], в то время как природные популяции раков с каждым годом уменьшаются из-за браконьерства и болезней. Максимум природные запасы раков достигают каждые восемь лет, после этого снижаются до минимума [6].

В условиях ухудшения окружающей среды, в том числе связанные с деятельностью человека, естественное восстановление популяций речного рака до промысловых значений крайне затруднительно. А такой вид как широкопалый рак, особо ценный с точки зрения деликатесного питания, имеет

статус уязвимого или на грани исчезновения и занесен в Красную книгу Украины и Беларуси. В настоящее время хорошо налаженного промысла раков нет, добыча происходит стихийно [3, 4]. В результате, в последние десятилетия стали задумываться об искусственном воспроизводстве раков [3, 7, 8].

Целью настоящей квалификационной работы является изучение биоресурсов речного рака рода *Astacus* в России, особенностей его воспроизводства и охраны.

В ходе работы решались следующие задачи:

1. Изучение особенностей биологии и распространения раков рода *Astacus*.
2. Оценка биоресурсов речных раков рода *Astacus* в России.
3. Анализ возможностей искусственного воспроизводства речных раков на территории России.
4. Обзор проблем, связанных с охраной речных раков рода *Astacus*.

1. Особенности биологии и распространения раков рода *Astacus*

К роду *Astacus* относятся широкопалый и длиннопалый раки (рис.1).

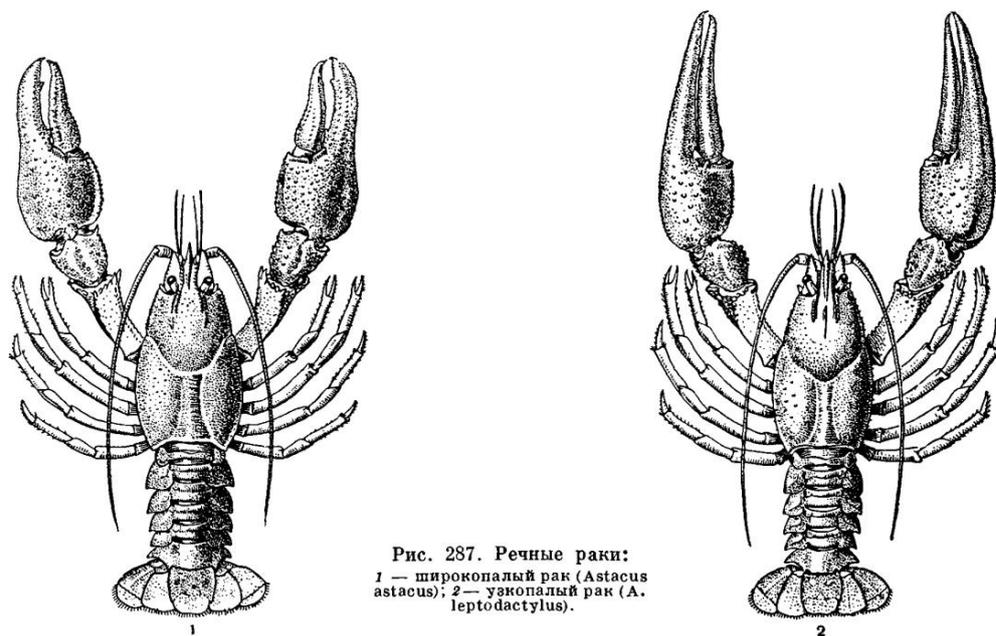


Рис. 1. Речные раки [9].

1.1. Широкопалый рак (*Astacus astacus*)

Местообитанием широкопалых раков являются чистые реки и проточные озера, преимущественно олигосапробные. Раки очень избирательны в отношении грунта – им необходим плотный грунт для строительства нор. На жидких илах широкопалые раки встречаются крайне редко [3, 10].

Данный вид распространен в водоемах, относящихся к бассейну Балтийского моря: в Латвии, Литве, Эстонии, Ленинградской области, Карелии [11], в некоторых районах Украины и Беларуси [4].

Лимитирующим фактором для распространения *Astacus astacus* является кислород (>1,1 мг/л). Другим необходимым условием является нейтрально-щелочная среда: при $pH < 6$ возникают нарушения в ионно-солевом балансе всех возрастных стадий раков с последующей гибелью. Разброс величин pH в пределах 6-7 единиц плохо изучен, но в водоемах с $pH = 6,6-6,8$ отмечено

снижение скорости роста раков. По-видимому, приближение рН к 7 является критическим для данного вида [1].

Минерализация воды не оказывает влияния на распространение широкопалого рака. Он встречается в водоемах с низкой и средней минерализацией воды [1].

Важным лимитирующим фактором для данного вида раков является температура. Оптимальной температурой для личинок рака является 18-20°C – это верхнее критическое значение для питания рака. Верхней пороговой температурой для жизнедеятельности широкопалого рака можно считать температуру 24°C, критическую для обменных процессов, температура 4-7° С ограничивает активную жизнедеятельность и приводит к резкому снижению интенсивности питания.

В Ленинградской области температура не является лимитирующим фактором [1]. Жизнеобитание раков в этом регионе аналогично их обитанию в водоемах Литвы.

Размножение раков происходит в октябре-ноябре, откладка яиц в течение 2-45 дней после спаривания. Сигналом для начала откладки яиц является низкая температура. Эмбриональное развитие продолжается 7-8 месяцев, но в экспериментальных условиях может быть сокращено до 3 месяцев путем регуляции терморежима. Постэмбриональное развитие до наступления половозрелости у самок – 4,5 года, у самцов – 3,5 года.

По сравнению с другими видами речных раков *A. astacus* не характеризуется высокими продукционными характеристиками [1]. Он достигает длины 13,5-14,5 см при соответствующей массе – 80-130 г [12, 13], однако И.Н. Арнольд [14] указывает максимальную длину этого рака для Лужских озер – 25 см. В водоемах Калининградской области широкопалый рак достигает промысловых размеров за 4 года при длине >9 см. Плодовитость *A. astacus* в пределах ареала возрастает в направлении с юга на север и достигает максимума в оз. Отрадном Ленинградской области. Последнее можно объяснить совокупным влиянием температуры и пищевых условий в период

созревания яйцеклеток. Так, вода в этом озере редко прогревается выше 20° С, следовательно, самки в период созревания яйцеклеток находятся в благоприятных температурных условиях. В южной части ареала в летнее время вода прогревается сильнее, из-за этого скорость питания рака резко снижается и подавляется генеративный рост особей. Наиболее благоприятные температурные условия для развития популяций рака существуют в водоемах между 58-61° с. ш. [1].

Ареалы широкопалого и длиннопалого раков сильно перекрываются, и область распространения первого непрерывно сужается [1]. По сведениям некоторых исследователей, в Ленинградской и Псковской областях преобладает широкопалый речной рак [1, 8].

A. astacus, как уязвимый вид, занесен в Красную Книгу Украины [15] и Беларуси [16] и его вылов запрещен [4].

1.2. Длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus*)

Astacus leptodactylus (рис. 2) относится к группе узкопалых раков. Это полиморфный вид. В 30-е годы на территории СССР было зарегистрировано 6 подвидов длиннопалого рака, которые обитали в разных районах. Позже границы распространения отдельных подвидов длиннопалого рака сильно изменились из-за крупномасштабных акклиматизационных работ, проводимых на Украине, в Беларуси и Казахстане.

Ареал длиннопалого рака очень обширен и простирается от 45° в. д. (район г. Омска) до атлантического побережья Европы (в страны Западной Европы он попал в XX веке). Южная граница ареала проходит по 40° с. ш. (Каспийское море, Турция), а северная соответствует 57° с. ш. (Латвия, Ярославль, Тобольск). Однако отдельные популяции встречаются и в более северных водоемах. Довольно крупная изолированная группа популяций длиннопалого рака в озерах Онежского бассейна является, очевидно, самой северной точкой ареала данного вида (62° с. ш.) и обязана своим

происхождением акклиматизационной деятельности человека [1]. Длиннопалый рак встречается почти по всей территории России, в том числе и в водоемах Московской области. Этот вид раков не так привередлив к условиям окружающей среды, обитает как в пресной, так и в солоноватой воде [17]. Поэтому он обитает в реках, озерах и даже морях (Каспийское, Черное).

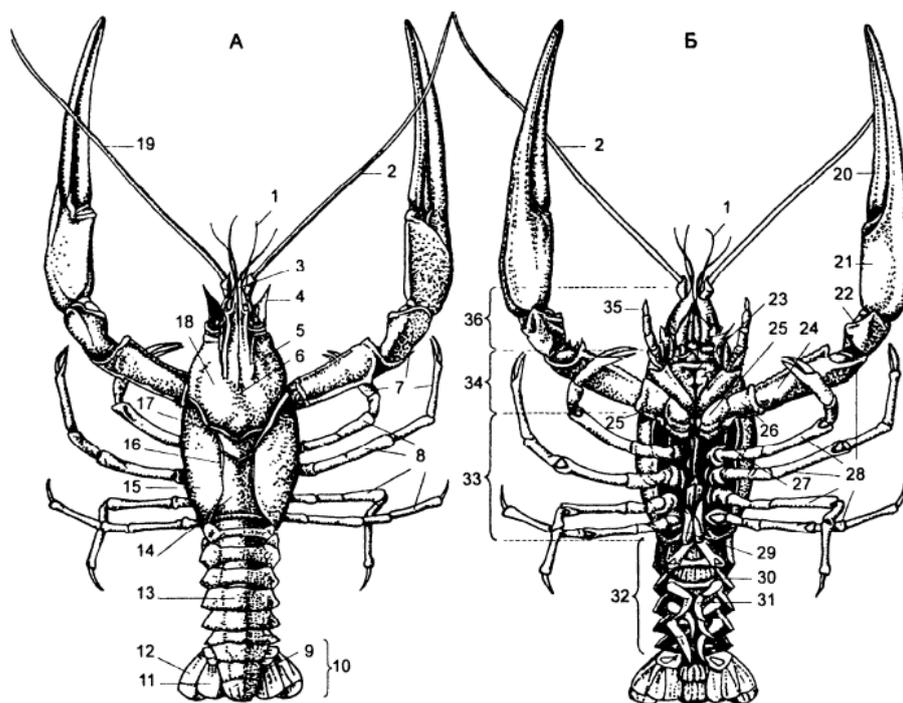


Рис. 2. Длиннопалый рак с дорсальной (А) и вентральной (Б) сторон [18].

1 – антеннула, 2 – антенна, 3 – рострум, 4 – экзоподит, 5 – глазные вырезки, 6 – зона желудка, 7 – хелипеды, 8 – ходильные ноги, 9 – тельсон, 10 – уроподы, 11 – эндоподит, 12 – экзоподит, 13 – тергит, 14 – сердечная зона, 15 – бранхиостегиты, 16 – жаберно-сердечная борозда, 17 – затылочная борозда, 18 – карапакс, 19 – флагеллум, 20 – дактилоподит, 21 – проподит, 22 – карпоподит, 23 – мандибула, 24 – мероподит, 25 – базиподит, 26 – ишиоподит, 27 – коксоподит, 28 – ноги, 29 – гоноподы, 30 – стернит, 31 – плавательная ножка, 32 – брюшко, 33 – торакс, 34 – гнатоторакс, 35 – третья ногочелюсть, 36 – протоцефалон.

В Ленинградской области длиннопалый рак встречается в нескольких озерах бассейна Онежского озера и в ряде других озер, куда он был завезен. Некоторое время его промысел велся на оз. Гусином (бассейн Ладожского озера), куда он был вселен в 1965 г., но эта популяция была уничтожена из-за «рачьей чумы».

В отличие от широкопалого рака для него не особо важен грунт в водоемах, так как ему необязательно строительство нор, в качестве укрытия он может использовать неровности рельефа дна, корни растений.

Также он менее требователен к степени чистоты воды, однако в районах с сильной антропогенной нагрузкой есть проблемы с сохранением длиннопалого рака, аналогично проблеме сохранения широкопалого рака на Северо-Западе.

Критическим для жизнедеятельности длиннопалого рака является значение $pH = 4,6-4,7$, и поэтому в естественных условиях он способен выдержать слабокислую и нейтральную среду.

Минерализация воды не особо важна для данного вида.

Длиннопалый рак – более теплолюбивый, чем широкопалый: оптимальной температурой для роста является $22-25^{\circ}C$, верхняя граница толерантных температур – $32^{\circ}C$.

Таким образом, отличия северных и южных границ ареалов длиннопалого и широкопалого раков и преобладание в Ленинградской области широкопалого рака объясняется значением лимитирующих температур.

Кроме этого имеются различия в отношении двух видов к световому режиму: длинопалый рак может поддерживать активность круглосуточно, а широкопалый – только ночью.

В южной части ареала ($46-48^{\circ}$ с. ш.) время достижения половозрелости и промыслового размера (9 см) составляет соответственно 2 и 3 года, в северной части – 3 и 4 года. Абсолютная плодовитость одноразмерных самок (9-10 см) варьирует от 260 до 420 яиц на самку в центральной части ареала и снижается на южной (40° с. ш.) и северной (62° с. ш.) его границах. На северной границе ареала наблюдается сильно выраженная зависимость соматического роста от термического режима водоема.

Продукционные характеристики длиннопалого рака значительно выше, чем широкопалого, что обуславливает преимущество первого вида и вытеснение им второго в зоне пересечения их ареалов. Это прослеживается в центральной части ареала длиннопалого рака (до 57° с. ш.), но менее выражено

на его северной границе. Следовательно, о вытеснении широкопалого рака длиннопалым в Ленинградской области не стоит беспокоиться [1].

A. leptodactylus достигает длины 14-16 см при соответствующей массе 100-180 г., однако встречаются экземпляры длиной более 20 см при массе 250-320 г. Максимальный возраст в популяциях на территории Украины не превышает 7 лет [13].

2. Биоресурсы раков рода *Astacus* и их эксплуатация

Существует много способов определения биоресурсов (запасов) раков, но все они достаточно трудоемки и дают лишь приблизительное представление о реальной ситуации. Наиболее широкое распространение для водоемов России и за рубежом получил метод прямого количественного учета.

Ни одно орудие лова не вылавливает всех раков на облавливаемой площади, поэтому в 1973 г. на примере Ростовской области был определен с помощью аквалангистов коэффициент уловистости сака донской конструкции в реках и водохранилищах, который составил соответственно 0,39 и 0,5. У раколовок закрытого типа (рачни), применяемых для количественного учета раков в Туркменских водах Каспия, он равен 0,7 и идентичен таковому для раколовки Ростовской области [20].

Уловистость последнего орудия лова (рачней с ячейей 32 мм) определялось в водах Восточного побережья Каспия в 1970-1971 гг. при подсчетах запасов раков раколовками закрытого типа. Количественное распределение раков оценивалась методом прямого количественного учета в контрольных уловах. На каждой станции на площади 0,25 га выставлялось по 25 рачен на расстоянии 10 м друг от друга. Они устанавливались на 7 часов после заката солнца и поднимались перед восходом. Коэффициент уловистости оценивался при подводных погружениях аквалангистов прямым подсчетом раков на контрольных площадках и составлением соотношения между их количеством на единицу площади и уловом рачен в этом месте. Коэффициент оказался равным 0,7 (т.е. количество пойманных раков на каждой станции для подсчета запасов необходимо умножать на 1,4).

Подсчеты плотности поселений и продукции раков на всех станциях обследованного водоема ложатся в основу средних данных по водоему или определенному участку и используются затем для вычисления общей численности и биомассы путем умножения на площадь рачных полей. Промысловую численность и биомассу определяют исходя из процента

промысловых раков в популяции. Все водоемы с учетом количественных показателей состояния популяций раков подразделяются на: высокопродуктивные (больше 20 кг/га), среднепродуктивные (10-20 кг/га) и низкопродуктивные (меньше 10 кг/га).

Площади рачных полей не всегда остаются постоянными, и в водоемах необходимо ежегодно уточнять границы этих полей. Как правило, основные скопления раков при стабильных условиях обитания приурочены к местам с высокой биомассой кормовых организмов. На меняющиеся условия жизни популяция автоматически реагирует определенным образом для ее сохранения. Одним из важнейших проявлений такой реакции является миграция раков, которая может быть обусловлена как биотическими, так и абиотическими факторами.

Биологически миграции обуславливаются процессами размножения или питания, поэтому могут быть или нерестовыми, или нагульными. В то же время оба эти момента в биологии раков обусловлены факторами среды, т.е. с температурой, глубиной, течением, прозрачностью, метеорологическими условиями, гидрохимическими и токсическими. Вместе с тем и сами абиотические факторы могут быть непосредственными причинами миграций, что особенно часто происходит в небольших водоемах с нестабильными условиями обитания. Поэтому при сборе материала по запасам раков необходимо проводить комплексные исследования, включающие гидробиологические и гидрохимические наблюдения, а также оценку загрязнения водной среды.

Доля вылова раков зависит от структуры популяции. При доминировании в ней средних или средних и крупных промысловых особей эта доля должна составлять 20-40 %, а мелких или мелких и средних промысловых – 10-20 % от промысловой биомассы [20].

2.1. Биоресурсы речных раков в Ленинградской области

В Ленинградской области насчитывается около 700 малых озер с площадью водного зеркала более 20 га. Общая площадь этих озер около 130400 га. В их числе в 60-е годы 20 века было зарегистрировано 167 озер (почти 24 % всех малых озер), в той или иной степени заселенных раками. Среди озер, используемых промыслом, 23 относилось к разряду высокопродуктивных. В конце 70-х годов по водоемам практически всего Северо-Запада прокатилась волна "рачьей чумы", резко сократившая, а местами, полностью уничтожившая запасы широкопалых раков и подорвавшая их промысел.

По данным 2002-2005 гг. было отмечено присутствие раков в 180 озерах и более чем в 50 реках длиной 10 км и более. К разряду средне- и высокораспроизводительных можно отнести 38 водоемов (16 % рачьих водоемов), общей площадью 15,2 тыс. га.

В большинстве водоемов Ленинградской области обитает широкопалый рак. Однако, имеется ряд водоемов, в бассейне Онежского озера и в северных районах, примыкающих к Вологодской области и к Карелии, в которых обитает только длинопалый рак или (редко) отмечено совместное обитание двух видов.

В 2003 г. было проведено детальное обследование 5 озер и 6 рек, расположенных в различных районах области и отличающихся по гидролого-гидрохимическим характеристикам, степени антропогенного пресса и биолого-продукционным показателям населяющих их раков. Снижение антропогенной нагрузки способствовало расселению раков в водоемы, где они не встречались последние годы. Так, раки (длиннопалые) в промысловых количествах появились в Невской губе и устьевых участках рек, впадающих в Финский залив (например, р. Сестра), а также в реках Ижора и Тосна, где они пропали более 20 лет назад в результате загрязнения. Среди обследованных 11 водоемов только 5 можно отнести к средне- и высокораспроизводительным. Учитывая, что они составляют около 30 % площади всех учтенных ракопромысловых

водоемов, можно ориентировочно принять, что в целом по области общие промысловые запасы раков в настоящее время составляют около 70,9 тонн (1743 тыс. шт.).

В настоящее время ракохозяйственный фонд Ленинградской области практически достиг уровня 1960-1970-х гг., когда проводился регулярный промысел и уловы достигали 20 т. Общий вылов раков из водоемов Ленинградской области без подрыва численности популяций, при лимите вылова равном 25 % от промысловых запасов, в настоящее время возможен в объеме более 17 т. Однако, в подавляющем большинстве водоемов раки встречаются единично и не имеют промыслового значения.

Следует особо подчеркнуть, что Северо-Запад России располагает уникальными биоресурсами наиболее ценного представителя пресноводных раков – широкопалого рака. Очевидно, что сохранение этих запасов является острой проблемой уже сегодняшнего дня. Данная проблема может успешно решаться как с помощью природоохранных мероприятий, включающих создание различного рода охраняемых территорий, так и организацией культурных раководных хозяйств различной ориентации.

Последнее особенно актуально, поскольку раколовство в настоящее время имеет стихийный, неорганизованный, а, следовательно, неконтролируемый характер и основывается на освоении новых или чрезмерной эксплуатации традиционных промысловых водоемов. Воспроизводству запасов, их восстановлению и охране, а также разведению раков не уделяется должного внимания [7, 19].

Существуют предложения по вселению сигнального рака (*Pacifastacus leniusculus*) в водоемы Ленинградской области. Это североамериканский вид. Благодаря высоким вкусовым качествам и значительной доле съедобных частей тела в общей массе особи этого вида высоко ценятся на международном рынке и служат объектом акклиматизационных работ в странах Европы.

Необходимым условием для обитания данного вида в водоеме служит наличие каменистого грунта. Если сравнить широкопалого, длиннопалого и

сигнального рака, то последний является самым стенобионтным в отношении характера грунта: он встречается только на каменистой литорали даже в условиях конкурентных взаимоотношений с широкопалым раком. Такая приверженность сигнального рака к каменистому грунту объясняется необходимостью укрытий, вследствие характерного для данного вида каннибализма.

Сигнальный рак по продукционным характеристикам представляет собой несколько более конкурентоспособную форму, нежели широкопалый. При вселении сигнального рака в водоемы Швеции широкопалый рак из этих водоемов, как правило, исчезал. Исчезновение аборигенного вида происходило видимо из-за вспышки «рачьей чумы».

В водоемах Финляндии, куда тоже был вселен сигнальный рак отмечали более медленный рост его численности, чем в водоемах Швеции. В случае сосуществования сигнального и широкопалого раков в одном водоеме численность первого стабилизировалась на очень низком уровне – в 7 раз ниже, чем у аборигенного вида. Видимо на северной границе ареала конкурентное преимущество сигнального рака ослабевает.

Район Финляндии, куда производилось вселение сигнального рака, и Ленинградская область находятся в пределах одних широт (60-63° с. ш. и 59-62° с. ш. соответственно), поэтому вселение сигнального рака в водоемы Ленинградской области представляется нецелесообразным. Преимущества, которые имеет данный вид в более южных районах, в наших широтах (59-62° с. ш.) утрачиваются. Кроме того, сигнальный рак является переносчиком «рачьей чумы» и может быть источником очередной вспышки эпизоотии [1].

2.2. Вылов и искусственное воспроизводство раков рода *Astacus*

Во второй половине 20 века порядка половины всех раков в СССР вылавливалось Украиной, уловы в РСФСР были, как правило, ниже и плохо коррелировали с общим выловом по стране (рис. 3).

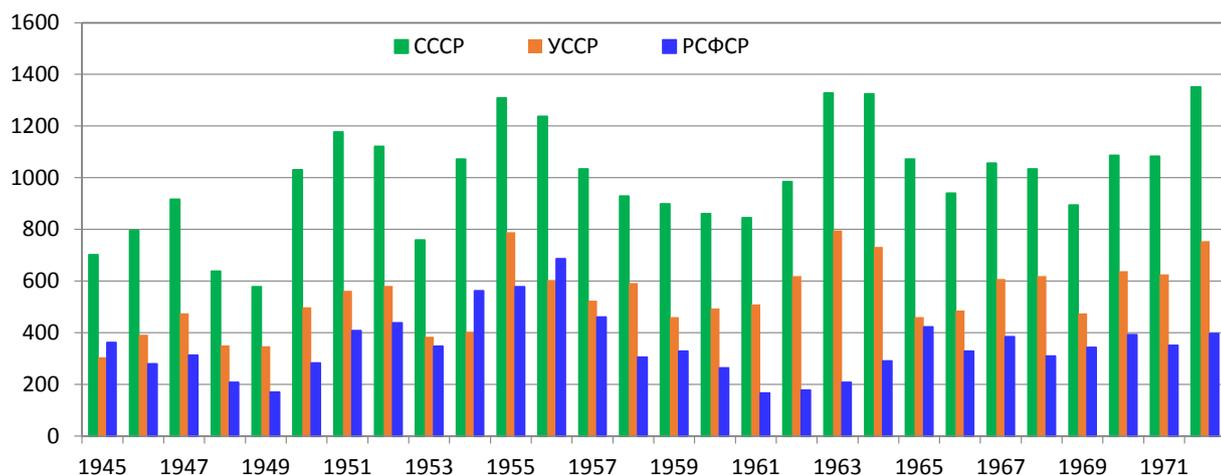


Рис. 3. Отечественный вылов речных раков (т) в начале второй половины 20 в. (оцифровано по С.Я. Броцкому [13])

Объем современного вылова диких раков невелик. Статистические данные по России весьма неполные (рис. 4), но показывают, что в начале 2000-х годов объем вылова был сопоставим с таковым в Норвегии (10-15 т), но сильно уступал вылову в Финляндии (25-80 т) для 2006-2013 гг.

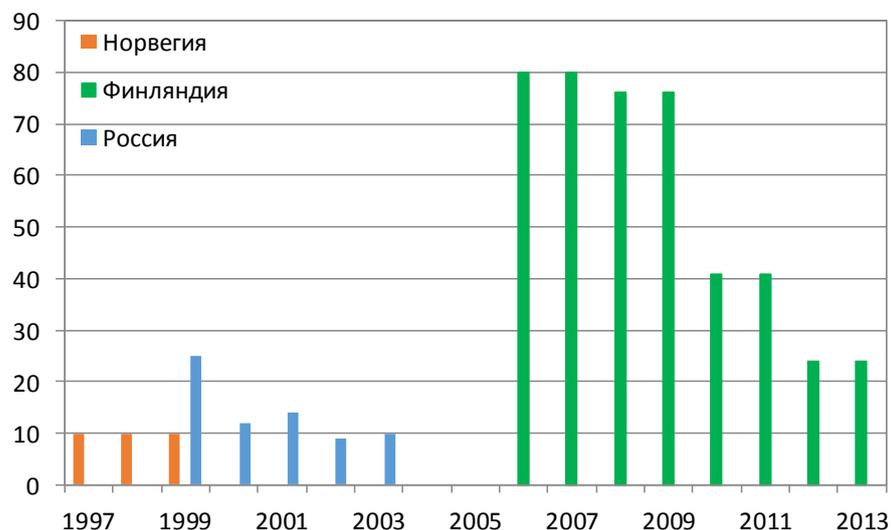


Рис. 4. Вылов речных раков (т) в некоторых странах европейского севера [23]

Статистическая информация по аквакультуре речных раков охватывает более длительные периоды. В конце прошлого столетия и начале нынешнего выращиванием длиннопалого рака занимались в основном в Молдове (ок. 15 т)

и Франции (1-3 т), в дальнейшем подключилась Армения (5-30 т) и Болгария (3-30 т). Лидером по выращиванию этого (или близкого к нему) вида в настоящее время является Иран, производящий в последние годы 300-400 т раков (рис. 5).

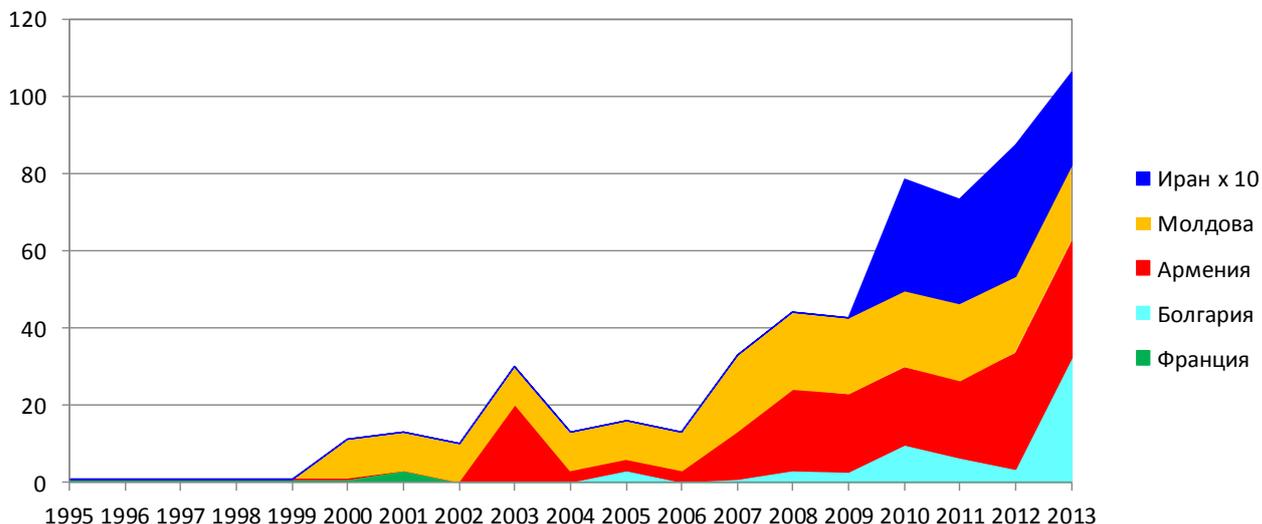


Рис. 5. Современные объемы выращивания *A. leptodactylus* разными странами [23]

Лидером по выращиванию широкопалого рака является Украина (3-11 т), которой значительно уступают Франция (1-2 т) и Эстония (1-3 т). Несколько десятков килограммов выращивает Болгария (рис. 6).

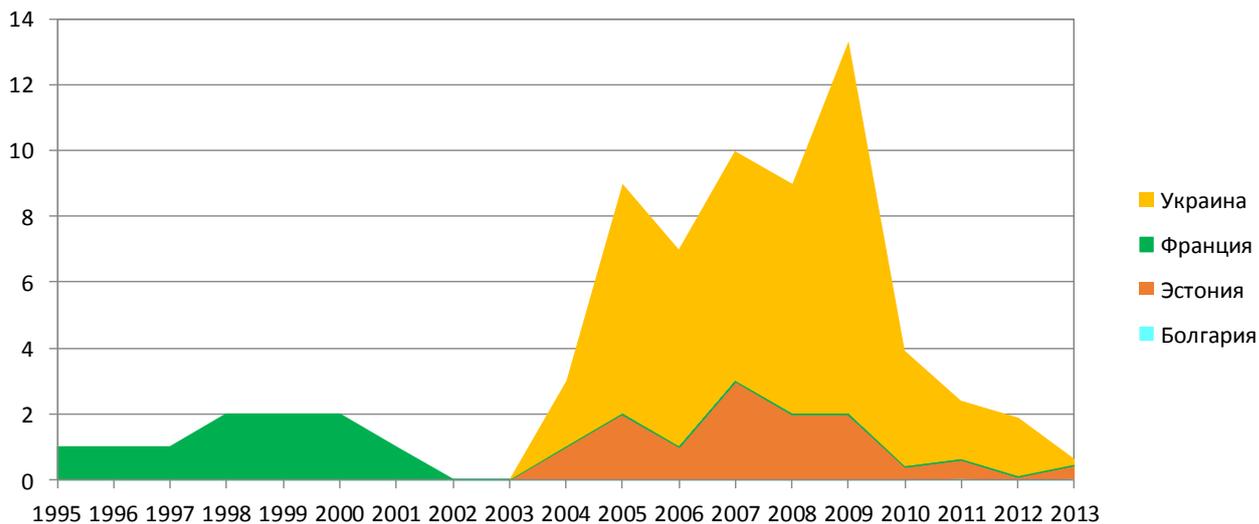


Рис. 6. Современные объемы выращивания *A. astacus* разными странами [23]

3. Оценка состава уловов и их биологический анализ

При проведении любых обловов – контрольных, промысловых, экспериментальных необходимо учитывать всех раков, попавших в любые орудия лова, путем просчета. При наличии в улове нескольких видов раков их сортируют, подсчитывают количество [8].

Небольшие уловы раков анализируются полностью, в больших определяется общее количество пойманных особей, а для биологического анализа берется без выбора проба в количестве 100 штук. Репрезентативные данные получают и при взятии пробы в количестве 25 штук. Только при таком подходе можно получить достоверный материал для определения структуры популяции раков и прогноза вылова их на пекущий, следующий год и перспективу [8]. Для биологического анализа ни в коем случае нельзя отбирать однополых особей. Нужно брать «по 30 самцов и 30 самок каждой размерной группы – всего 240 непромысловых и 240 промысловых особей» [21].

Остальных раков после взятия биологического анализа сортируют на самок и самцов, затем, при помощи соответствующих мерок, каждую из размерных групп разделяют на мелких промысловых, средних, крупных и отборных. Непромысловые особи так же распределяются по размерам. Затем раков каждой размерной группы взвешивают [8].

При выполнении работы учитываются и фиксируются: дата, время лова, тип орудия лова, облавливаемая площадь (для траловых орудий), место лова, глубина, тип грунта, состояние погоды, направление ветра, течения, а также зарастаемость участка.

Для получения достоверных и сравнительных данных о запасах раков и их биологии необходима исключительная аккуратность в получении требуемой информации, единообразие в технике сбора и обработке материала, которую следует проводить в специализированных лабораториях в течение ближайших дней после завершения полевых исследований [8].

Раки из уловов исследуются методом полного биологического анализа, который включает индивидуальное измерение зоологической и промысловой длины, определение пола, стадии развития половых продуктов, состояние панциря, поражение болезнями и осмотр каждой особи. При записи результатов обязательно ставится порядковый номер.

В научной литературе пользуются зоологической длиной – от тельсона до конца рострума и промысловой – от тельсона до середины глаз. Щетинки тельсона при измерении во внимание не принимаются. Разница между зоологической и промысловой длиной составляет около 1 см.

При измерении рака кладут на специальную линейку вентральной (спинной) стороной с упором тельсона в неподвижную планку на нуле, а подвижной фиксируют его размер, упираясь в конец рострума.

Измерение личинок удобнее проводить обыкновенным циркулем с острыми концами, затем величину сделанного промера определяют на миллиметровой линейке. Можно использовать ту же специальную линейку, ставя на нее иглы обыкновенного остроконечного циркуля.

Взвешивание взрослых раков проводится на технических или электронных весах, а личинок – на торсионных или электронных с точностью до 1 мг. Перед взвешиванием с помощью фильтровальной бумаги необходимо удалить избыток влаги, имевшейся на панцире, особенно между основанием ходильных ног и плеопод.

Линька у раков, как и у всех ракообразных, доминирующий процесс в течение всей их жизни. Она прямо или косвенно влияет на обмен, поведение. Кроме того, сроками линьки обуславливаются и сроки промысла раков, который проводится только на стадии твердого панциря. Приближение линьки определяется по состоянию панциря и гастролитов. В период исследований отмечают в дневнике состояние панциря раков – мягкий, полутвердый или твердый.

Все этапы линьки легко можно определить по внешнему виду. В предлиночный период происходит утончение кутикулы – бока головогрудного

щита рака становятся настолько тонкими, что поддаются мягкому сжатию пальцами. Раки с отставшим от тела панцирем считаются мягкими, с прогибающимся при легком нажатии на заднюю часть – полутвердыми, с крепким непрогибающимся панцирем – твердыми.

Кроме того, перед линькой, у молоди за 10-15 дней, у половозрелых особей за 40 дней, по бокам желудка начинают образовываться гастролиты, называемые так же «глазками» или «жерновками». Благодаря высокому содержанию известковых солей, гастролиты доставляют необходимый материал для построения наружного скелета.

В послеличиночный период происходит быстрое отложение хитина и неорганических солей для образования нового панциря, интенсивный рост тканей и уменьшение гастролитов. Их растворение заканчивается у молоди примерно через 24-30 ч, а у взрослых особей – через 70-80 дней после линьки. По величине гастролитов можно судить о сроках линьки. Они могут наступать раньше или позже, в зависимости от качества водоема и метеорологических условий сезона.

Во время линьки рак беспомощен и сильно страдает от нападения хищников. Поэтому во время личиночного периода промысловый лов раков запрещен [8].

4. Особенности воспроизводства раков

В настоящее время большое внимание уделяется разведению раков в искусственных водоемах [6].

Несмотря на относительно высокую плодовитость речных раков, выход сеголеток от потомства одной самки незначителен и в естественных условиях не превышает 20-25%. Для широкопалого рака это составляет всего 16, а для длиннопалого 55-60 рачат. При таких низких темпах естественного воспроизводства рассчитывать на восстановление биоресурсов раков до промыслового состояния не приходится, поэтому требуется разработка комплекса мероприятий, позволяющих увеличить численность этих животных в водоемах, в том числе и путем разведения их в условиях специальных раковых хозяйств [2].

Искусственное разведение раков возможно с помощью двух типов технологий: прудовым – экстенсивным, и индустриальным [17].

Выращивание в малых водоемах европейских речных раков подсемейства *Astacinae* (астацины) для пищевого потребления привлекательно благодаря возможности получать дорогостоящую деликатесную продукцию, используя относительно недорогие природные ресурсы: водную среду хорошего качества, естественную кормовую базу и др. [11].

По показателям потребления речных раков на душу населения лидируют Греция и Италия. В эти страны раки в свое время были завезены с территории бывшего Советского Союза (в основном из Молдавии, Украины, России) [3, 6].

Основными поставщиками товарных раков являются США, Турция (7 тыс. тонн/год), Испания (3,5 тыс. т), Китай (1 тыс. т). В то же время Финляндия и Россия из основных экспортеров речных раков превратились в импортеров [19].

Чтобы увеличить биоресурсы речного рака в естественных водоемах, необходимо проведение биотехнических мероприятий в реках и водохранилищах и искусственное разведение в прудах. Процесс

искусственного разведения речных раков сдерживается недостаточным уровнем изученности биологии и адаптивных возможностей. Так, для ракообразных выявлены следующие стресс-факторы, способные вызывать изменения внутренней среды организма животных: колебания температуры, недостаток кислорода, плотность посадки и другие. Однако, механизм воздействия этих факторов на организм речных раков остается малоизученным [19].

При заимствовании опыта выращивания *A. astacus* в водоемах Баварии, по температурным условиям близким к таковым в III–IV зонах прудового рыбоводства РФ, необходимо учитывать следующее: *A. astacus* из бассейна верхнего течения рек Дунай, Рейн и *A. astacus* из водоемов бассейна Балтийского моря (Псковской, Ленинградской и других областей Северо-Запада, входящих в I зону прудового рыбоводства и северо-западную зону озерного рыбоводства) могут относиться к разным подвидам. С этим обстоятельством, а не только с благоприятным термическим режимом водоемов, могут быть связаны более крупные размеры и повышенные темпы роста *A. astacus* из водоемов Баварии.

В России в последние годы изучением длиннопалого рака занимались в русловых водоемах р. Рутка – притока Средней Волги (Республика Марий Эл), а широкопалого – в водоемах бассейна верхнего течения р. Великая в Псковской области. В результате исследований воспроизводства раков в 1980-90-х. годах было обнаружено, что в водоемах, где условия для роста астацин наиболее благоприятны (Марий Эл и водоемы Волгоградской области), у четырехлеток *A. leptodactylus* может проявиться скачкообразное увеличение веса тела самцов.

В прудах Кагульского рыбопитомника (VI зона прудового рыбоводства) скачкообразный прирост биомассы при выращивании *A. leptodactylus* на протяжении одного вегетационного сезона (6 мес.) реализован не был, несмотря на меры по повышению эксплуатации этих водоемов. Сравнение данных по весовому росту *A. leptodactylus* и *A. astacus* показывает, что скачкообразное

увеличение веса тела у астацин в водоемах северных климатических зон происходит в трех- или четырехлетнем возрасте. В водоемах Марий Эл экономически выгодные размерно-весовые показатели могут быть достигнуты только на четвертое лето прудового культивирования. Для этого необходимо, чтобы пруды были постоянно заполнены в течение 33 месяцев. Однако такое их использование на протяжении более двух вегетационных сезонов (18 месяцев) затруднительно по санитарно-гигиеническим нормам [17].

Формирование самовоспроизводящихся популяций астацин при хозяйственном управлении для коммерческих целей может стать перспективным видом использования малых водоемов пониженной трофности, непригодных для рыбоводства, – небольших проток, пойменных и русловых озер, а также молодых карьеров. В то же время астацины способны формировать в таких водоемах популяции промысловой численности [17].

Выращивание в малых водоемах речных раков подсемейства *Astacinae* для пищевого потребления в Европе применяется как способ получения дорогостоящей деликатесной продукции за счет использования естественных ресурсов водоемов. В России экономический эффект может быть получен от выращивания астацин в прудах и от формирования в малых водоемах самовоспроизводящихся популяций для коммерческого использования. Для этого необходимо организовать товарное производство посадочного материала в регионах, располагающих таким ценным ресурсом, как дикие производители; продолжить и повысить информативность исследований по выбору малых водоемов, пригодных для раководства, по формированию в них популяций раков для коммерческого использования, по управлению их численностью и состоянием кормовых биотопов [17].

Методы получения посадочного материала астацин внутриводоемным способом являются весьма трудоемкими. В европейских странах существуют специализированные питомники, занимающиеся товарным разведением речных раков, в России таких предприятий нет. При использовании для культивирования посадочного материала астацин важно иметь представление о

его выживаемости в зависимости от возрастного состава. Кроме того, применяя в России методы культивирования, разработанные в европейских странах, необходимо учитывать различия в климатических условиях, в частности пониженную температуру воды российских водоемов.

На сегодняшний день для воспроизводства раков необходимо внедрение средств автоматического контроля и управления водной средой. Зарубежный опыт (Япония, Франция, Германия, Испания, США, Финляндия) показывает, что только так возможно создание оптимальных и экономически выгодных хозяйств, заводов по разведению ракообразных [8].

4.1. Способы и эффективность культивирования раков

Продукцию товарных раков можно увеличить за счет выпуска в естественные водоемы жизнестойкой молоди, полученной в заводских условиях, а также путем их культивирования в специализированных хозяйствах.

Хозяйства по культивированию раков могут быть полно- и неполносистемными. В первых получают личинок, подращивают их до жизнестойкой стадии и, в дальнейшем, выращивают до товарного размера; во вторых (ракопитомниках) — до жизнестойкой молоди или до стадии сеголеток.

Специализированное ракоразводное хозяйство включает цех (биокомплекс) и пруды разных категорий.

Цех предполагает наличие установки с системой оборотного водоснабжения и лотковой площадки с бассейнами, где создаются благоприятные условия для раков.

Личинок получают на самках в специализированных устройствах, позволяющих их кормить и свести до минимума травматизацию. После перехода личинок на самостоятельное питание, их подращивают в течение 20-24 дней до жизнестойкой молоди (длина – 1,5-1,7 см; масса – 100-112 мг), а самок удаляют. Затем молодь переводят в пруды, где она растет, зимует и к

концу второго лета достигает промышленного размера. Технология предусматривает также летне-зимнее содержание маточного стада. Кормят раков сбалансированной животной-растительной кормосмесью. Технологическая схема может гибко изменяться в зависимости от конкретных условий.

Решена проблема ускоренного (на месяц раньше) и многоразового получения личинок в зависимости от потребностей производства. Возможно получение товарного рака за год без использования зимовальных и нагульных прудов.

Ракопитомник включает цех (рис. 7) и летне-зимние пруды-маточники. Цех, как и в полносистемном хозяйстве, включает установку с системой оборотного водоснабжения, автоматического контроля и лотковую площадку с бассейнами, снабженными кассетами с гнездами для самок с икрой, после удаления которых предусматривается дальнейшее подращивание личинок до жизнестойкой стадии.



Рис. 7. Молодняковый цех ракопитомника

Оптимальная мощность ракопитомника — 500 тыс. жизнестойкой молоди. В ходе реализации этого направления потребуется:

- строительство цеха (биокомплекса) с управляемой средой и летне-зимних прудов-маточников;
- осенняя заготовка (закупка) производителей раков;
- изготовление и закупка кормов для производителей и молоди раков;
- оплата прав пользования земляными, водными и иными ресурсами.

В начале работ разрабатывается схема поэтапного восстановления численности раков в естественных водоемах с учетом их экологического состояния, кормовой базы и астакофауны.

После освоения полной мощности комплекса (500 тыс. шт. жизнестойкой молоди) и выпуска в водоемы уже на четвертый год возможно дополнительно получить 10-12 т раков.

Речные раки могут обеспечить достаточно быструю отдачу в получении товарной продукции и возмещении средств на зарачивание водоемов.

Получать жизнестойкую молодь раков можно и в прудах-нерестовиках полуэкстенсивным способом, но при этом обязательным условием является ее выращивание до 4-5 см, т.е. до сентября, так как молодь меньшего размера в прудах практически невозможно обловить. Для создания такого ракопитомника мощностью 3,5 млн шт. молоди массой 4 г в год потребуется 10 га земли. При выпуске соответствующего количества сеголеток в естественные водоемы через три года возможно получить 100 т товарных раков.

С целью повышения ракопродуктивности водоемов необходимо использовать разные способы получения жизнестойкой молоди [8].

4.2. Заготовка производителей и получение личинок речных раков

Самок и самцов 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, будет ослабленным.

Весной большое количество самок с икрой заготовить невозможно из-за их скрытого образа жизни. Основное маточное стадо раков в первый год эксплуатации ракоразводного хозяйства необходимо формировать осенью после завершения оогенеза и сперматогенеза у самок и самцов. Осенняя заготовка облегчает перевоз производителей, так как устанавливается прохладная погода.

Для кратковременного выдерживания раков (2-3 дня) при заготовке удобнее применять садки (деревянные, металлические). Они устанавливаются в проточном месте глубиной не менее 1 м. Между садком и дном водоема должно оставаться расстояние 40-50 см. Садки располагают как можно дальше от людных мест, так как различные посторонние шумы приводят в возбуждение раков. Плотность посадки их в садках не должна превышать 50 шт./м².

Лучшее соотношение самок и самцов 1:1, но допускается 2:1 (с преобладанием самок) [8].

Осенью доставка производителей раков в хозяйства на большие расстояния в течение 6-28 часов осуществляется в сухой упаковке – в ящиках облегченного веса, лучше фанерных. Раков укладывают быстро, без задержки слоями не более 5 рядов, в количестве 100-150 шт. в каждый ящик, причем каждый слой разделяют увлажненной марлевой или другой прокладкой. Ящики должны быть чистыми, сухими, без постороннего запаха.

На близкие расстояния (500-1000 м) раков доставляют в корзинах, ящиках, ведрах, рассчитанных на 100-200 шт.

После доставки раков в хозяйство производят визуальный осмотр: особи с опущенными клешнями или выделяющие пену из ротового отверстия выбраковываются. Затем отбирают средневозрастные группы (11-14 см) и выпускают в подготовленные зимовальные пруды-маточники с плотностью посадки 25 шт./м². Одновременно перед посадкой в зимовальные пруды берут 100 шт. раков на биологический анализ: определяют пол, длину, массу, жизнестойкость самок и самцов, содержание белка в гемолимфе, состояние гемоцитов.

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

Ежегодно осенью необходимо также заготавливать производителей раков для пополнения маточного стада в количестве 25 %.

Пополнять маточное стадо можно как из раков, отловленных в естественных водоемах, так и за счет выращенных в хозяйстве.

Весной при температуре воды 14-16°C спускают воду в зимовальных прудах и вылавливают производителей. Проводят их биологический анализ. Самок с икрой доставляют в цех, а самцов – в подготовленные летние пруды-маточники. После получения личинок и перехода их на самостоятельное питание, самок из цеха доставляют в пруды к самцам, соблюдая равное соотношение полов и плотность посадки (4 шт./м²) [8].

Весной самок с икрой следует перевозить с большой осторожностью. При их перевозке на большие расстояния в течение 6-10 часов используют живорыбные машины. Плотность посадки самок с икрой рассчитывается в каждом случае отдельно, исходя из данных о дыхании самок, объема воды, величине растворенного в ней кислорода и критического (минимального) кислорода, который не может быть израсходован на дыхание и служит резервом для выживания раков. Интенсивность обмена самок сразу после откладки икры под брюшко при температуре воды 8-12°C составляет 63 мгО₂/(кг.ч), после достижения икрой стадии «глазка» при температуре 20-22°C – 83 мгО₂/(кг.ч). Содержание кислорода в емкости не должно падать ниже 5 мг/л. Примерная плотность самок с икрой в живорыбной машине – 300 шт./м³.

Доставка самок с икрой из зимовальных прудов-маточников или естественных водоемов на расстояние до 500 м производится в небольших корзинах или деревянных ящиках площадью 0,2-0,4 м² по 30-50 штук [8].

В настоящее время практикуется два способа инкубации икры раков: непосредственно на самках и в свободном состоянии. Для каждого из них существуют определенная аппаратура и технология.

Инкубация икры на самках имеет ряд преимуществ:

- выход личинок раков выше в среднем на 20-25 %;
- не требуется систематическая переборка икры, в результате травматизация личинок снижается на 30 %, а затраты рабочей силы и времени на обслуживание аппаратов – в 5-7 раз.

Средний выход личинок при данном способе инкубации составляет 95-100 %, а в естественных условиях – 40 %.

При втором способе средний выход личинок составляет 70-75 %. Личинки, полученные в аппаратах, обладают пониженной жизнестойкостью и выживаемостью (примерно два раза), чем при первом способе [8].

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

Содержание растворенного в воде кислорода и активная реакция среды – 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 молодь раков собирается у труб, по которым поступает вода, и только при его повышении она распределяется равномерно по всему бассейну.

Вода в бассейнах должна быть щелочной, так как иначе происходит угнетение роста молоди, панцирь становится мягким и тонким.

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°C в бассейнах происходит отторжение икры у самок и начинается гибель самих самок (1 %), а молодь при подращивании отказывается от корма, наблюдается угнетение роста и отмечается гибель.

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

Для создания благоприятных условий для раков на всех этапах культивирования проводят ряд мер: внесение гашеной извести, коагулирующей твердые частицы, использование шумгитовых и керамзитовых фильтров, еженедельное добавление 10-15 % свежей воды, аэрация. Водообмен в бассейнах в период нереста должен быть не менее 6-10 л/мин. При меньшей проточности (3 л/мин) на икре самок появляется сапролегния, при большей – происходит отторжение икры [8].

В целях эффективного использования цеха с системой оборотного водоснабжения личинок раков следует получать не менее двух раз в период нереста. 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».

После доставки самок в инкубационный цех их пересаживают в адаптационные бассейны для выравнивания температур с плотностью 100 шт./м² при водообмене 6 л/мин., температуре воды 12-14°C и 50 шт./м² – при температуре воды 18-22°C. В ходе посадки в адаптационные бассейны проводят выбраковывание. После адаптации самок с икрой пересаживают в заранее подготовленные бассейны с устройствами для разведения раков.

Контрольное измерение и взвешивание самок проводят два раза за период нереста – перед посадкой в бассейны с кассетами гнезд и после получения личинок. 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. Физиологическое состояние хорошо

коррелирует с химическим и цитологическим составом гемолимфы. Для оценки последнего используются наиболее простые и доступные показатели: концентрация белка, кальция и состояние гемоцитов.

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

Самок с икрой сразу после спаривания выдерживают в воде при нерестовой температуре 12-14°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 [8].

Кормят самок раков в течение всего периода один раз в сутки в утренние часы. 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 %.

При кормлении самок необходим обязательный контроль за поедаемостью корма. В качестве кормушек можно использовать любые небольшие емкости, например, чашки Петри. Для бассейна площадью 4 м² необходимо 4 кормушки. Кормить необходимо в одно и то же время, так как раки привыкают и сами подходят к кормушкам. При этом нужно ежедневно производить чистку емкостей от остатков корма и фекалий, а также выбраковывать самок. Погибших особей собирают сачком, визуально оценивают причину гибели [8].

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 [8].

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

В качестве субстрата для молоди применяют различные конфигурации, имитирующие водоросли, где они прячутся. В Германии с этой целью разработаны специальные устройства с гнездами по 100 шт. в каждом.

Своевременное начало кормления личинок чрезвычайно важно для их дальнейшего развития и жизнестойкости. Подкармливать их необходимо сразу после вылупления, когда личинки еще находятся под брюшком самки. Для кормления используют специальную кормосмесь из расчета 10-13 % от сырой массы. После рождения молодь постепенно переводят на корм из расчета 8-10 % от сырой массы. Корм следует задавать один раз в сутки в утренние или вечерние часы, причем постоянно в одно и то же время. 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 концентрации 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.

Выживаемость личинок за период подращивания до жизнестойкой стадии составляет 65-70 % [8].

Период подращивания 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. Облов дает возможность определить численность и массу подрощенной молоди.

Перед обловом проводят биологический анализ: определяют длину, массу молоди, визуальную – её жизнестойкость.

Для облова молоди в бассейнах закрывают краны с поступающей водой. Количество ее 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.

После облова бассейнов жизнестойкую молодь раков из цеха ракоразводного хозяйства переводят в пруды, а из цеха ракопитомника – 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. Подрощенную молодь следует пересаживать в вечерние часы или в пасмурную погоду. Лоток следует положить на воду, выждать равномерного распределения ее в нем, затем быстро перевернув дном кверху и сохраняя горизонтальное положение, – выпустить молодь. Из ведер ее выпускают у берега.

Транспортировку подрощенных личинок на большие расстояния осуществляют в контейнерах. Перевозку молоди раков в контейнерах любого типа следует производить на деревянных или пластмассовых рамках во влажных марлевых салфетках. Оптимальная температура в контейнере – 10-15°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.

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

- выровнять температуру воздуха в контейнере с температурой воды в водоеме периодическими, непродолжительными открываниями дверки контейнера, и в течение 1,5-2 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 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.

Конец акклиматизации определяется по началу активного питания, а результаты перевозки – по проценту гибели [8].

4.3. Особенности выращивания раков в прудах

Под ракопродуктивностью в прудовом раководстве подразумевают прирост раков за вегетационный период на единицу площади. Для определения величины ракопродуктивности прудов из веса выращенных и выловленных раков (на единицу площади) вычитают посадочный вес.

Ежегодный прирост, получаемый в пруду на единицу площади за счет естественной пищи, называют естественной ракопродуктивностью, а прирост за счет естественной пищи и кормов, вносимых в пруд для кормления раков, – общей ракопродуктивностью. В естественных водоемах, не используемых для прудового раководства, под ракопродуктивностью понимается продукция, то есть вылов раков за год из расчета на единицу площади. Продукция, получаемая за счет естественной пищи, зависит от ее наличия и степени использования. Развитие пищи в водоемах зависит от условий среды, способствующих интенсивности жизненных процессов.

Образование в водоеме естественной пищи для раков идет сложным биологическим путем, в результате которого происходит:

- разрушение микроорганизмами органического вещества ила на дне водоема, высвобождение окисленных элементов зольной части ила и обогащение воды минеральными солями;
- создание первичной продукции – фитопланктона и макрофитов, поглощающих из воды раствор минеральных солей и органических соединений;

- развитие вторичной продукции – зоопланктона и зообентоса, питающихся первичной продукцией;
- рост и развитие раков, питающихся животной и растительной пищей.

Таким образом, ракопродукция создается вследствие биологического круговорота веществ, причем величина естественной ракопродуктивности зависит от интенсивности жизненных процессов, обуславливающих этот круговорот [3].

Пруды для выращивания раков должны быть с небольшим слоем илового грунта, богатого органическими, легко минерализующимися веществами, что благоприятствует развитию пищевых организмов. На небольшой площади пруда полезно развитие рдеста, роголистника, элодеи, урути и других мягких подводных растений, создающих затенения и способствующих обогащению воды кислородом. В затененных местах концентрируется молодь раков и перифитон, при отмирании которого вместе с растениями происходит обогащение донных грунтов а прудах легкоминерализующимися веществами [8].

Для товарного раководства необходимы пруды различного назначения: выростные (для выращивания сеголеток), нагульные (для выращивания двухлеток), зимовальные (для сеголеток), зимне-маточные, летне-маточные, а также карантинные и летовальные. При этом наибольшую продукцию (особенно молоди) получают с использованием небольших, соответственно подготовленных прудов канального типа (0,12-0,20 га), хорошо управляемых, с аэрацией. Вместе с тем и длиннопалый, и широкопалый раки хорошо адаптируются к жизни в водоемах, пригодных для разведения форели и сига, и не являются их пищевыми конкурентами, так как форель питается только плавающим кормом, а речные раки съедают его только на дне [4].

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

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

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 леговались (20-25 % от общей площади) для соблюдения санитарно-профилактических требований. Необходимо также иметь 3-4 карантинных пруда типа маточников для санитарной обработки завезенного посадочного материала из других водоемов, неблагоприятных в эпизоотическом отношении. Карантинно-изоляционные пруды изолируют от других водоемов и обеспечивают независимое водоснабжение. Поэтому их следует располагать в конце хозяйства на расстоянии не менее 20 м от производственных прудов. 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.

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; более обширные нагульные пруды можно размещать компактнее, но, тем не менее, желательно вблизи питомников [8].

Качество воды контролируется взятием проб в прудах всех категорий. Содержание растворенного в воде кислорода и рН – одни из главных показателей качества воды для выращивания раков. В выростных и нагульных прудах пробы на содержание кислорода и рН берут ежедневно при высокой температуре воды и в конце сезона при накоплении большого количества

органических веществ. При концентрации кислорода в воде 2-2,9 мл/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 ослаблен или вовсе отсутствует, а лед препятствует поступлению кислорода из воздуха. Качество воды в зимовальных прудах контролируется через 5-7 суток взятием проб на содержание кислорода. При ухудшении газового режима (снижение кислорода до 4 мл/л) воду насыщают кислородом.

Анализ зарубежного опыта по разведению ракообразных показал, что концентрация аммиака в воде при выращивании их в искусственных условиях не должна превышать 1,25 мг/л. Так, при концентрации 1100-110 мг/л аммиачной воды раки погибают в течение 0,5-8 ч, а при 44-10 мг/л – через 20 суток. При содержании аммиачной селитры 136-68 мг/л раки погибают, при 44-20,4 мг/л – 75 % остаются живыми. Наиболее опасны для раков пестициды: хлорофос и гексохлоран. Так, при концентрации хлорофоса 65-18 мг/л гибель происходит в течение 1-2 суток, а при концентрации гексохлорана 60-12 мг/л – в течение нескольких часов [8].

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 кислорода, который не расходуется на дыхание и служащий минимальным резервом для выживания раков.

Для месячных сеголетков рака полный водообмен должен проходить через 17 дней, для двухмесячных – через 7-8 суток. В небольших прудах с двухлетками водообмен следует проводить через 13-15 суток [8].

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, фосфора – до 0,5 мг/л.

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.

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 и негашеную (жженую) известь. 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 15-17° С. Повторные дозы удобрений следует вносить через 7-10 суток, при этом необходимо следить за степенью развития фитопланктона. За сезон выростные пруды обычно удобряют 3-4 раза, главным образом весной.

Кроме минеральных удобрений вносят также и органические. 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 [8].

В пруд выпускают личинок длиной 1,2 см, массой 34,6 мг. Или подрощенную молодь – 1,35 см и 72,5 мг, соответственно.

Чрезвычайно ответственный период в жизни раков – линька. Молодь растет после линьки 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 реках – 6 линек, так как температура в них обычно ниже, чем в искусственных водоемах.

В естественных условиях раки достигают промыслового размера лишь на четвертое лето, а при выращивании – через 2-3 года. Поэтому искусственное выращивание раков в прудах рентабельнее, особенно 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 шт. особей. 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 съедает корм или 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.

В каждом хозяйстве, занимающемся товарным выращиванием раков в течение 2-4 лет, следует вывести данные по среднему темпу роста и увеличению массы, характерные для него. Исходя из средних приростов раков за несколько лет, можно наиболее точно рассчитать суточный рацион кормления [8].

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 в основном достаточным количеством для них корма, в

то время как в естественных водоемах молодь может не получать даже минимального рациона, покрывающего траты на обмен [20].

Для рационального использования прудовой площади в специализированных рачных хозяйствах сеголеток раков (30 шт./м²) эффективно выращивать с сеголетками буффало (7 шт./м²), карпа и белого толстолобика (по 1 шт./м²), пестрого толстолобика (2-3 шт./м²). При совместном культивировании можно дополнительно получать 4-9 ц/га рыбы.

Сеголеток (7 шт./м²) и двухлеток (0,5 шт./м²) раков в качестве дополнительной культуры целесообразно выращивать, соответственно, с сеголетками и двухлетками карпа в рыбоводных прудах и получать по 1 ц/га раков [8].

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

Для создания оптимальных условий необходимо подготовить пруды к пересадке молоди 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 для бесперебойной подачи 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 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.

Плотность посадки сеголетков в зимовальных прудах составляет 100-120 шт./м². За период зимовки гибель составляет 10-15%.

Весной после зимовки при температуре 14-16° С молодь раков (годовиков) отлавливают и пересаживают в заранее подготовленные нагульные пруды.

После спуска зимовальных прудов и облова годовиков проводят их биологический анализ: определяют пол, длину, массу, содержание белка в гемолимфе [8].

Молодь раков, перешедшая к самостоятельному образу жизни, питается в течение двух недель зоопланктонным кормом, переходя по мере роста на бентосные организмы [20]. Поэтому к моменту выпуска личинок в выростных прудах необходимо развести зоопланктонный корм с биомассой не менее 3 г/м³. По достижении молодь 2 см ее следует подкармливать сбалансированным комбикормом.

В последние десятилетия в практике животноводства и разведения беспозвоночных, благодаря своей экономической эффективности, получили широкое распространение сбалансированные по аминокислотам комбикорма. Выполненный комплекс физиолого-биохимических и раководно-биологических исследований позволил разработать корма для раков разного возраста.

Общая усвояемость кормов раками близка к таковой при естественном питании, но значительная часть питательных веществ кормосмеси 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 кормосмеси.

Молоди раков следует давать доброкачественные корма. При поступлении их в хозяйство необходимо проверить качество продуктов: выяснить съедобность, наличие вредных или ядовитых веществ, свежесть

(сохранение цвета, запаха), содержание должного качества питательных веществ для корма данного вида.

Развитие промышленного выращивания и кормление раков гранулированными кормами поставило перед исследователями ряд новых задач по отработке суточного рациона и режима кормления, особенно уточнения суточных доз корма. 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 хозяйств.

Эксперименты, проведенные в прудах и бассейнах в течение нескольких лет, подтвердили необходимость регулярного питания раков и соблюдения оптимальной величины суточных рационов.

Учитывая суточный ритм активности питания, молодь раков до месячного возраста следует кормить 4 раза, двухмесячного – 3 раза, двухлеток – 2 раза. Многоразовое их кормление в течение суток возможно при наличии автокормушек. Такое частое кормление позволит повысить ракопродуктивность и снизить кормовой коэффициент. 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 режима прудов. Оптимальный диапазон температур, при котором молодь раков интенсивно питается и растет – 18-25°C. Такая большая

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

При анализе гидрохимического режима прежде всего необходимо обратить внимание на содержание растворенного кислорода (не ниже 3 мл/л). На интенсивность питания раков влияют также концентрация водородных ионов в воде и окисляемость.

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 м² с высокими бортиками (3-5 см).

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

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 [8].

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

Мелиорация включает 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 [8].

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. Остатки от зерновых культур, разлагаясь, создают благоприятные условия для развития личинок хирономид – излюбленного корма раков всех возрастов. Периодичность и продолжительность летования зависит от состояния прудов [8].

Нитевидные водоросли при массовом развитии вредны, особенно для сеголетков (до месячного возраста), которые запутываются в тонких нитях. Чаще всего водоросли развиваются в небольших прудах со стоячей и слабопроточной водой или при неправильном применении минеральных удобрений. Меры борьбы – осушение пруда на один вегетационный период и использование под посев сельскохозяйственных культур (овес, однолетние травы и другие). Если это невозможно, нитчатку удаляют бреднем или граблями, что необходимо делать очень осторожно, особенно в выростных прудах, где выращивается молодь, [8].

В выростных прудах в больших количествах встречаются листоногие раки – лептестерии и щитни. Это опасные вредители, сильно подрывающие кормовую базу. Для уничтожения листоногих хорошие результаты дает применение хлорной извести. Необходимо также вести борьбу с мелкой сорной и хищной рыбой. Попадание в пруды посторонних рыб следует предотвращать при помощи рыбозащитных сооружений. В настоящее время чаще всего используют механические заградители [8].

Спуск прудов с сеголетками и взрослыми раками обычно производят в конце сентября-начале октября. Годовиков после зимовки пересаживают в нагульные пруды в первой декаде мая.

Ко времени спуска прудов рекомендуется обловить раков вначале ловушками. Пруд площадью 0,1 га облавливается в течение 2-3-х дней, причем

основная масса молодежи вылавливается на второй день (60 %). Облавливают раков сачками, болгарской драгой, тралом и другими видами орудий лова. Облов прудов – очень трудоемкая операция. На этот период, как правило, нанимаются временные рабочие.

После облова при спуске воды оставшиеся раки собираются в канаве, проходящей через весь пруд, и специальных колодцах, что облегчает их сбор. Спускать пруды необходимо медленно, чтобы раки успевали следовать за водой.

Подсчет выловленных раков проводят объемным методом: подсчитывают число сеголетков или двухлетков в ведре или другой емкости и по количеству выловленных емкостей определяют число выловленных раков.

Обычно в прудах раки бывают покрыты илом, поэтому двухлеток необходимо, согласно техническим условиям по реализации, не менее суток подержать в садках. В перевозку они должны идти совершенно чистыми и с освободившимся желудочно-кишечным трактом.

Сеголетки, выловленные в выростных прудах, сразу доставляются в заранее подготовленные зимовальные пруды. При перевозке сеголеток в пределах хозяйства на расстоянии 500-1000 м можно использовать любую тару. После доставки их к зимовальным прудам производят пересадку. Раков кладут наполовину погруженными у уреза воды, головогрудью к центру водоема, предоставив им свободу самостоятельного передвижения [8].

Жаберный аппарат двухлеток (товарных раков) хорошо защищен панцирем и не теряет влажности длительное время, если они находятся в прохладном затененном месте. При перевозке их нужно оберегать от действия солнечных лучей и ветра, а так же механических повреждений, что достигается упаковкой в тару с прокладкой из сухого упаковочного материала.

За 4-8 часов до упаковки раков вынимают из садков и кладут на сухой мох или какой-либо другой упаковочный материал, разложенный слоем высотой 5 см. Избыточная влага из их жаберного аппарата постепенно

выделяется и впитывается упаковочным материалом. Тара для перевозки раков должна быть небольшой, рассчитанной на 200-250 шт.

В Канаде широко применяют разработанный в Бельгии способ транспортировки живых раков в древесной стружке. Перед упаковкой их выдерживают в течение 15 минут, чтобы стекала избыточная влага, затем помещают в картонную коробку, чередуя слои древесной стружки и раков. В одну коробку обычно укладывают по 22,7 кг раков и 2,3 кг стружки. При температуре 10°C они выживают в таких коробках в течение двух дней. Хорошее состояние раков, упакованных в древесную стружку и охлажденных льдом, сохраняется в течение 6 дней. В теплую погоду 2-3 кг льда поддерживают нужную температуру в течение 24 часов. Для удлинения этого срока надо увеличить количество льда и стружки.

Кроме коробок используют небольшие кубические герметичные контейнеры, покрытые алюминиевой фольгой. Они предназначены для воздушной транспортировки 23 кг раков. Внутри они состоят из трех секций: водяного лотка, установленного в нижней части; открытой коробки с высотой стенок 35 мм, установленной на лотке; мелкого лотка для льда, опирающегося на стенки коробки. Раков укладывают в коробку, лед в полиэтиленовых мешочках – в лоток; при таянии льда вода не заливает раков и не просачивается в самолет. В таком контейнере раки остаются живыми в течение 36 часов при температуре внешнего воздуха 21°C [8].

5. Природоохранные проблемы ракопромысла и раководства

С каждым годом внутренний рынок страны расширяется, увеличивается объем экспорта, развиваются перерабатывающие отрасли промышленности. Современный рациональный промысел и стратегия естественного воспроизводства биоресурсов базируются на результатах изучения биологии эксплуатируемых объектов: сведениях по размножению, питанию, эпизоотиях, адаптациях к условиям среды и т.п. В этих условиях разработка мероприятий по охране и рациональному использованию имеющихся запасов раков крайне важна. Однако, современное сокращение исследований в области астакологии привело к дефициту опытных, квалифицированных специалистов, способных в нужных объемах и вовремя поставлять такую информацию.

Широкая амплитуда межгодовых колебаний уловов, зависимость обилия и состояния популяции раков от экологической обстановки в местах обитания обуславливают необходимость экстренного вмешательства человека для возрождения стабильного промысла, а часто и для сохранения ценного промыслового объекта. Вмешательство человека в первую очередь должно быть направлено на сохранение и воспроизводство естественных запасов, их рациональное использование и разумную эксплуатацию [7].

Наряду с ухудшением гидрологического режима и систематического загрязнения водоемов сточными водами промышленных предприятий и стоками с сельскохозяйственных угодий, снижение численности речных раков происходит из-за промысла без учета характерных особенностей биологии этих животных и существующих запасов. Зачастую он проводится в период линьки и вынашивания самками икры, в результате чего снижается эффективность естественного воспроизводства [2].

Восстановление запасов речного рака и культивирование его в промышленных масштабах не могут быть успешно решены без тщательного изучения условий его обитания, наличия паразитов и хищников, различных заболеваний [2].

5.1. Выявление и мониторинг рачьих эпизоотий

Полагают, что массовые эпизоотии раков вызываются изменениями условий их существования в водоемах [20]. В России уже достаточно долгое время не проводились специальные комплексные исследования по болезням и паразитам раков. Обычные их заболевания, такие как ржавая пятнистость, паразитические олигохеты и черви, как правило, не носят непоправимого урона популяциям. Доля больных животных в естественных условиях невысока и не превышает 3-4 %. Исключение составляет рачья «чума», которая способна полностью уничтожить популяции всего региона [22].

Возбудителем ржаво-пятнистой болезни у раков рода *Astacus* является грибок *Ramularia astaci* [12]. Относительно влияния этого заболевания на жизнестойкость раков существуют противоречивые мнения. Одни авторы считают, что оно может вызывать массовую гибель рака в естественных водоемах, а также при его перевозках и длительном хранении. По мнению других, даже значительная степень поражения рака не приводит к его гибели, но гибель может наблюдаться при стечении ряда обстоятельств – нарушении стабильного гидрохимического режима, зарастании водоема и снижении уровня воды [2].

При ржаво-пятнистой болезни (рис. 8) на панцире образуются очаги поражения в виде черных или коричневых пятен различной формы и размера. Часто в центре пятна происходит полное разрушение хитина. При заболевании «пятнистой болезнью» наблюдается три стадии. В первой рак по внешнему виду не отличается от здорового как жизнестойкостью, так и по состоянию внешних покровов, на которых только в отдельных участках появляются ржавые пятна или бугорки того же цвета. Во второй стадии замедляются движения, снижается стойкость при хранении и резко проявляются ржавые пятна на внешних покровах. Они появляются на шейке и сочленениях

конечностей. В третьей (последней) стадии рак становится вялым, не идет в орудия лова, быстро гибнет в садках и безводных условиях.

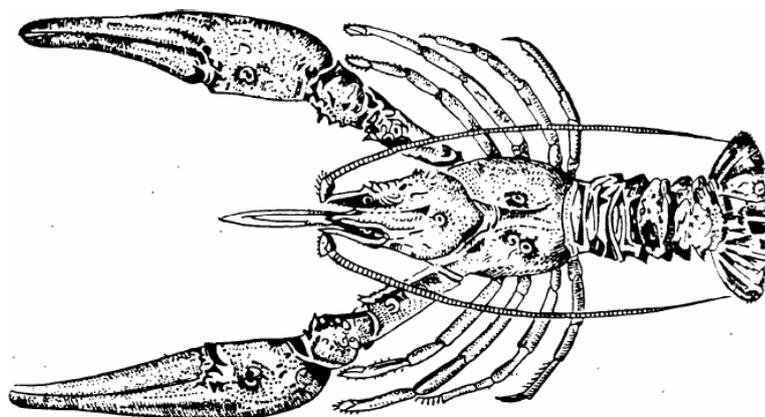


Рис. 8. Рак с признаками ржаво-пятнистой болезни [12].

В целях предупреждения распространения заболевания нельзя переносить орудия лова из зараженного района в другие водоемы или, в крайнем случае, необходима их дезинфекция [2, 8, 12].

Иногда на панцире и жабрах раков встречаются паразитические черви, что ухудшает их товарный вид. Взрослые формы паразитов размещаются в средней части жабр, а яйца (большими скоплениями) – в нижней, после варки они отпадают. Жабры в пищу не идут, и раки, зараженные этими паразитами, пригодны для приготовления разного рода раковых блюд [8, 12]. При промывании раков в 3%-ном растворе поваренной соли большинство червей отпадает.

На раках паразитирует также ряд трематод. Особенно большой вред им приносит трематода *Distomum astaci*, поселяющаяся в половой железе. Эта двуустка, живя в яичнике, вызывает его кастрацию и может давать черные образования, покрытые хитином.

Наиболее опасной для раков болезнью является «рачья чума», получившая название за чрезвычайную быстроту распространения и массовую гибель. Болезнь длится около 8 дней. Возбудителем является грибок *Aphanomyces astaci*. Эта болезнь раков зарегистрирована в основном на северо-западе. Так, в Финляндии, за 10 лет наблюдений отмечено около 100 случаев чумы, что

связано с широкомасштабной интродукцией американского сигнального рака в водоемы Скандинавии, который служит источником заражения широкопалого рака.

5.2. Контроль физиологического состояния

При сборе полевого материала по ракам большое значение имеет оценка их физиологического состояния, которое является непосредственным отражением экологических факторов среды обитания. Химический состав гемолимфы тесно коррелирует с ним. Поэтому для диагностики состояния раков в естественных водоемах в экспедициях используются наиболее доступные и простые показатели – концентрация белка и кальция, состояние гемоцитов, критерий жизнестойкости.

Сбор материала по физиологическому состоянию раков должен выполняться в зависимости от размера, периода размножения, стадии линьки, сезона.

Перед взятием гемолимфы раков их измеряют, взвешивают, определяют состояние панциря, этап размножения или записывают порядковый номер при проведении биологического анализа. Все данные регистрируют в дневнике.

Выносливости речного рака при воздействии различных факторов в значительной степени способствуют буферные свойства гемолимфы, находящиеся в прямой зависимости от количества общего белка. Данные многолетних исследований свидетельствуют, что у жизнестойких особей концентрация белка в гемолимфе должна быть более 6, весной – не менее 3,6 мг. Критическое его содержание – 2,0 мг. У нежизнестойких раков соотношение гемоцитов меньше 1, ювенильные формы практически отсутствуют, а концентрация белка падает до критической.

Заключение

Из рассмотренных видов раков рода *Astacus* наиболее перспективной формой для расселения и выращивания на Северо-Западе является аборигенный вид – широкопалый рак. Длиннопалый рак может быть вселен лишь в некоторые хорошо прогреваемые водоемы Ленинградской области, в которых в силу их заиления не может обитать более ценный широкопалый рак, а гидрохимические свойства воды остаются благоприятными. Кроме того, длиннопалый рак, наряду с сигнальным, благодаря своей теплолюбивости могут быть использованы как объекты выращивания и расселения на водоемах-охладителях [1]. Однако вселение сигнального рака в естественные водоемы Ленинградской области представляется нецелесообразным из-за его малой экологической конкурентоспособности, по сравнению с аборигенным видом, и устойчивости к «рачьей чуме», переносчиком которой он может быть.

В связи с крайне нестабильным состоянием сырьевой базы основных ракопромысловых водоемов, развитие промышленного раководства на ближайшую перспективу будет носить ограниченный характер. Промысловое использование будет возможно на водоемах, где запасы раков достаточны и доступны для их освоения.

К сожалению, биоресурсы этих ценных беспозвоночных в России в последние десятилетия сохраняют тенденцию к снижению, и это является следствием ухудшения общей экологической обстановки в местах обитания представителей семейства, частых случаев гибели раков от различных эпизоотий, а также результатом нерациональной эксплуатации их запасов [2]. Поэтому всестороннее исследование речных раков представляет не только научный интерес, но и имеет большое практическое значение для воспроизводства и рационального использования биоресурсов внутренних водоемов страны.

Необходима разработка долгосрочной стратегии развития раководства и раководства как за счет повышения продуктивности и естественного

воспроизводства, так и за счет формирования новых форм хозяйствования на основе наукоемких технологий, подкрепленных научно-обоснованной нормативно-правовой базой и строжайшим контролем со стороны рыбо- и природоохранных организаций.

Разработка единой стратегии развития раководства в РФ диктуется следующим:

- ценностью различных видов речных раков как объектов промысла и торговли и значением их в водных экосистемах;
- общими для разных регионов проблемами в области сохранения и увеличения запасов раков;
- необходимостью координации усилий, направленных на расширение промысла и товарного разведения раков и т.д.

Комплексная программа развития раководства должна сочетать в себе несколько направлений.

Сырьевое:

- охрана и рациональное использование естественных промысловых запасов;
- восстановление запасов, реакклиматизация и создание промысловых популяций;
- организация фермерских хозяйств различного типа.

Экологическое:

- сохранение и поддержание естественных популяций раков в водоемах хозяйственного назначения (например, в источниках питьевой воды, как индикатора ее чистоты);
- охрана редких видов (особенно в южных районах и на Северо-Западе);
- профилактика в борьбе с загрязнениями.

Аквакультура и товарное выращивание:

- получение жизнестойкой молоди с целью использования ее для вселения в естественные водоемы и для товарного выращивания в различного рода рачьих хозяйствах;
- товарное выращивание раков в интенсивных и полуинтенсивных специализированных хозяйствах.

Для водоемов Северо-Запада, учитывая ценность обитающих в них раков, их высокую чувствительность к неблагоприятным воздействиям и чрезвычайную нестабильность запасов, направлением комплексного развития раководства должно быть преимущественно ресурсосберегающее.

Однако следует помнить, что значительный рост промысловых запасов и их рациональная эксплуатация возможны только за счет создания раководных производств, как крупных, так и мелких фермерских, базирующихся на индустриальных методах ведения хозяйства [7].

При искусственном разведении речных раков следует учитывать их видовую и половую принадлежность, поддерживать оптимальной температуру для длиннопалых раков 18-23°C, для широкопалых – 16-22°C, содержание кислорода 8,8-10 мг/л, нитритов до 0,02 мг/л, нитратов до 20 мг/л, кальция для широкопалых раков 60-124 мг/л, для понтичных раков – 70-124 мг/л.

При выращивании длиннопалого рака в бассейнах с целью ускорения и синхронизации линьки рекомендуется использовать воду с пониженным (на уровне 56 мг/л) содержанием кальция [19].

Основными составляющими раководства, как направления хозяйства, должны быть:

- широкомасштабное получение и подращивание молоди, используемой в различных направлениях: сохранение вида, охрана природных популяций, стабилизация промысловых запасов, выращивание товара.
- разработка и использование технологий разведения и выращивания раков с низкой энергоемкостью.

- разработка технологий индустриального выращивания товарных раков в контролируемых условиях, обеспечивающих стабильное получение ценного продукта питания.
- разработка технологий комплексной аквакультуры с совместным выращиванием различных объектов, способствующих наиболее полной утилизации ресурсов и максимальному выходу товарной продукции.

Раководство должно занимать в аквакультуре место в одном ряду с форелеводством и осетроводством. Для успешного и эффективного развития раководства и раководства необходима государственная поддержка, по крайней мере, на этапе становления. Поддержка должна осуществляться на законодательном, административном уровнях всех аспектов аквакультуры, включая внедрение новых технологий, профилактику и лечение заболеваний. Как показывает практика, подобная поддержка аквакультуры в Китае привела к огромному росту ее производительности и вывела эту страну на первое место в мире по товарному производству различных гидробионтов [7].

Источники информации

1. Лихарева Е.И. Возможности восстановления запасов речных раков в водоемах Ленинградской области [Текст]: сборник научных трудов ГосНИОРХ. – Вып. 300. – Л., 1989. – С. 11-23.
2. Нефедов В.Н. Длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus*) в водоемах Волгоградской области [Текст]: Биология, промысел и вопросы культивирования / В.Н. Нефедов. – Волгоград: ГосНИОРХ, 2004. – 179 с.
3. Харчук Юрий. Разведение раков [Электронный ресурс]: Электронная книга. – Неоглори, 2007. – 60 с. – Режим доступа: http://www.e-reading.club/bookreader.php/106271/Harchuk_Razvedenie_rakov.html, свободный.
4. Рахманов А.И. Речные раки. Содержание и разведение [Текст] / А.И. Рахманов. – М.: ООО «Аквариум-Принт», 2007. – 48 с.
5. Кобзева Т.А. Ветеринарно-санитарная оценка качества и безопасности речных раков водоемов Центральной России [Текст]: дис. ... докт. биол. наук: 16.00.06 / Т.А. Кобзева; науч. рук. И.Р. Смирнова. – М., 2003. – 161 с.
6. Мельников И.В., Ханников А.А. Разведение и выращивание раков [Электронный ресурс]: Электронная книга, 2012. – 49 с. – Режим доступа: http://www.universalinternetlibrary.ru/book/54473/chitat_knigu.shtml, свободный.
7. Мицкевич О.И., Суслопарова О.Н. Запасы широкопалых раков в водоемах северо-запада и проблемы их сохранения и воспроизводства [Текст] / О.И. Мицкевич, О.Н. Суслопарова. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 179-181.
8. Черкашина Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций (инструкция по культивированию раков;

- инструкция по сбору материала, обработке его и построению прогноза динамики популяций раков) [Текст] / Н.Я. Черкашина. – Ростов-на-Дону: Медиа-полис, 2007. – 118 с.
9. Жизнь животных [Текст]: энциклопедическая монография / Я. А. Бирштейн, Б. В. Властов, М. С. Гиляров, Л. А. Зенкевич, А. В. Иванов, П. В. Матекин, З. А. Филатова; И. И. Акимушкин, Г. М. Беляев, З. И. Баранова, Н. Г. Виноградова, В. И. Зацепин / под. ред. Л.А. Зенкевича. – Т. 2. Беспозвоночные. – М.: Просвещение, 1968. – 606 с.
 10. Westman K., Savolainen R., Julkunen M. Replacement of the native crayfish *Astacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in a small, enclosed Finnish lake: a 30-year study [Text] / K. Westman, R. Savolainen , M. Julkunen // *Ecography*. – 2002. – P. 53-73.
 11. Александрова Е.Н. Анализ результатов выращивания речных раков подсемейства *Astacinae* с целью усовершенствования способов их культивирования в малых водоёмах [Текст] / Е.Н. Александрова // *Вестник Астраханского государственного технического университета*. – Астрахань: ФГБОУ ВПО "Астраханский государственный технический университет", 2015. – сер. Рыбное хозяйство. – № 2. – С. 47-56.
 12. Кеслер К.Ф. Русские речные раки // *Тр. Рус. энтомол. о-ва*, 1874. – Т. 9. вып. 4. – С. 232-240.
 13. Бродский С. Я. Речные раки // *Фауна Украины*. – Киев. Наук. Думка, 1981. – Т. 26. вып. 3. – 212 с.
 14. Арнольд И.Н. Рачьи озера Лужского округа [Текст] // *Изв. Отдел. прикл. ихтиол. и научно-промысл. исслед.*, 1929. – Т. 10. вып. 2. – С. 3-22.
 15. Довгаль И.В. Широкопалый рак *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) [Текст] // *Червона книга України. Тваринний світ* / под ред. И. А. Акимова. – Киев: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 42.
 16. Длиннопалый рак – хозяйственно ценный объект промысла и аквакультуры [Текст]: практикум для студентов специальности

- «Биология» с дополнительными специальностями / сост. Н.А. Лебедев. – Мозырь: УО «МГПУ им. И. П. Шамякина», 2008. – 50 с.
17. Романов А.Г. Раки: Биология, экология, искусственное разведение [Электронный ресурс]. – ФГБУ "Мосрыбвод". – Режим доступа: http://www.mosrybvod.ru/poleznaya_informacia/stati-i-prezentacii/raki/, свободный.
 18. Анатомия беспозвоночных: пиявка, прудовик, дрозofiла, таракан, рак [Текст]: Лабораторные животные / А.Д. Ноздрачев, Е.Л. Поляков, В.П. Лапицкий, Б.С. Осипов, Н.И. Фомичев. – СПб.: Лань, 1999. – Серия Учебник для вузов. Специальная литература. – 320 с.
 19. Корягина Н.Ю. Физиолого-биохимическая характеристика речных раков при выращивании в искусственных условиях [Текст]: автореферат дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / Н.Ю. Корягина; науч. рук. А.А. Иванов; Российский государственный аграрный университет МСХА имени К.А.Тимирязева. – М., 2010. – 151с.
 20. Черкашина Н.Я. Динамика популяций раков рода *Pontastacus* и *Caspiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения [Текст] / Н.Я. Черкашина. – М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2002. – 256 с.
 21. Ковалевский В.Н. Методы оценки состояния популяций кубанского рака, прогнозирование промысловых запасов [Текст]: сборник / В.Н. Ковалевский // Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне / под. ред. С.П. Воловика, И.Г. Корпаковой. – Краснодар: ФГУП "АзНИИРХ", 2005. – С. 253-255.
 22. Воронин В.Н. Болезни и паразиты широкопалого рака *Astacus astacus* L. В России и сопредельных странах [Текст] // Рыбное хозяйство. – М., 2000. – сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре, вып 4. – 11 с.
 23. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Statistics and Information Service FishStatJ: Universal software for fishery statistical time series, 2015.