

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Экологические условия обитания и запасы речного рака рода
Astacus в водоемах Северо – Запада России»

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой



(подпись)

к.т.н., доц. Королькова Светлана Витальевна

«25» июня 2020г.

Исполнитель: Ермоласва В.Н.

Руководитель: Педченко А.П., к.г.н., доцент

Санкт-Петербург
2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Экологические условия обитания и запасы речного рака рода
Astacus в водоемах Северо – Запада России»

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

к.т.н., доц. Королькова Светлана Витальевна

«___»_____2020г.

Исполнитель: Ермолаева В.Н.

Руководитель: Педченко А.П., к.г.н., доцент

Санкт–Петербург
2020

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Биология и распространение раков рода <i>Astacus</i>	6
Глава 2. Экологические условия обитания раков рода <i>Astacus</i>	11
2.1. Экологические условия обитания широкопалого рака (<i>Astacus astacus</i>).....	11
2.2. Экологические условия обитания длиннопалого рака (<i>Astacus leptodactylus</i>).....	13
Глава 3. Состояние запасов и промысел раков рода <i>Astacus</i> в водоёмах Северо-Запада России	16
3.1. Меры регулирования вылова раков.....	27
Глава 4. Проблемы воспроизводства раков рода <i>Astacus</i>	31
4.1. Искусственное воспроизводство.....	32
Заключение.....	47
Список использованной литературы.....	49

Введение

Речные раки — практически единственные пресноводные промысловые беспозвоночные в нашей стране. Они были широко распространены и многочисленны в большинстве внутренних водоемов России, до массовой гибели, возникшей в конце 19 века в связи с появлением очень опасного заболевания «чума раков». Сейчас раки, как деликатес, всё больше становятся экзотическим продуктом, их состояние запасов, как правило, усугубляется плохим экологическим состоянием многих водоемов Северо-Запада России по причине загрязнения вод отходами промышленности и сельского хозяйства. В следствие этого, многие водоемы России практически утратили свое промысловое значение для раколовства [11, 15].

В 1960-х годах наблюдалось необратимое выпадение раков из промысла малых озер, связанная с эвтрофированием водоёмов. Так, например, если в 1950-х годах основная доля раковых запасов Ленинградской области приходилась на малые озера, то к 1967 г. популяции раков исчезли из большинства озер, а рачий промысел велся на реках: Долгой, Сабе, Сабице, Чагоде и на крупном озере Отрадном. После десятилетнего отсутствия широкопалого рака в водоемах Ленинградской области, в 1980-х годах он стал появляться в ряде водоемов. Одновременно резко возрос спрос именно на данный вид рака на международном рынке. В связи с этим было принято решение о восстановлении его запасов [15].

На данный момент мировые объёмы беспозвоночных (ракообразных, моллюсков, иглокожих и др.) ежегодно возрастают, в то время как природные популяции раков уменьшаются из-за браконьерства и болезней [8]. Максимум природные запасы раков достигают каждые восемь лет, после этого снижаются до минимума [13]. Естественное восстановление популяций речных раков до промысловых значений очень затруднительно. А

широкопалый рак, вообще, как уязвимый вид занесен в Красную книгу Ленинградской области [10].

Сокращение численности раков в водоемах России начиная с 70-х годов привело к наращиванию масштабов изучений их культивирования. На современном рубеже решение этой задачи невозможно без внедрения средств автоматического контроля и управления водной средой. Многолетний навык демонстрирует, что только в данном случае вполне вероятно создание действительно подходящих, а, значит, экономически выгодных хозяйств, заводов по разведению ракообразных. Получение жизнестойкой молоди в промышленных критериях, становление прудового и пастбищного раководства – надежный вариант увеличения продукции раков [21].

Целью данной выпускной квалификационной работы является изучение экологических условий обитания и запасов речного рака рода *Astacus* в водоемах Северо – Запада России.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучение биологии и распространения раков рода *Astacus*;
2. Изучение экологических условий обитания раков рода *Astacus*;
3. Оценка состояния запасов и ведения промысла раков рода *Astacus*;
4. Изучение проблем, связанных с воспроизводством раков рода *Astacus*.

Актуальность темы данного исследования определяется тем, что запасы раков рода *Astacus* в водоёмах Северо-Запада России находятся в нестабильном состоянии. Если не будут приняты соответствующие меры, то эти виды могут полностью исчезнуть.

Объектом исследования данной работы являются раки рода *Astacus*.

Теоретической основой данной работы послужили труды учёных, посвящённые изучению экологических условий обитания и запасов раков.

Практическая ценность заключается в том, чтобы вопрос сокращения численности раков рода *Astacus* не оставался незамеченным, а были приняты соответствующие меры по сохранению и увеличению запасов этих раков.

Структура работы. Выпускная квалификационная работа подготовлена на 51 страницах. Состоит из введения, основной части, содержащей 4 главы, заключения, и списка литературы в количестве 21 источника.

Глава 1. Биология и распространение раков рода *Astacus*

К роду *Astacus* относятся два вида раков: вид широкопалый рак (*Astacus astacus*, Linnaeus, 1758) и длиннопалый рак или узкопалый (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823), которые относятся к типу – членистоногие, классу – высшие раки, отряду – десятиногие раки, семейству – *Astacidae*.

Речной рак имеет общеизвестный облик и его просто узнать. Чтобы уметь различать эти два вида раков достаточно сравнить клешни. Широкопалый рак на внутренней части недвижного пальца имеет в средней части выемку, ограниченную острыми бугорками. У длиннопалого рака нет такой выемки и бугорков на клешне (рис. 1).

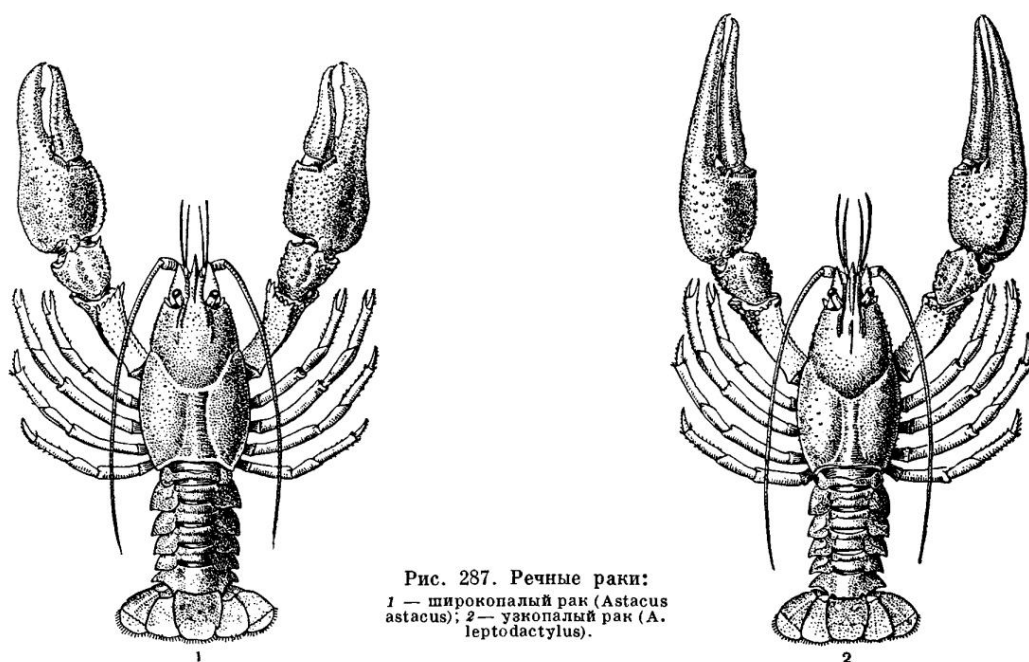


Рис. 287. Речные раки:
1 — широкопалый рак (*Astacus astacus*); 2 — узкопалый рак (*A. leptodactylus*).

Рисунок 1. Речные раки [6].

Исходя из внешнего облика данных раков, изображённых на рисунке 1, также можно сказать, что широкопалый рак имеет более широкие клешни, в то время как длиннопалый рак – более длинные.

Раки рода *Astacus* – представители высших ракообразных. В основном обитают в чистых пресных, некоторые, в солоноватых водоёмах, ведут

ночной образ жизни, днём прячутся в норах или под корягами. Основной рацион их питания – растительная пища, также едят червяков, моллюсков, падаль более крупных животных. Длина тела достигает 15-20 см [6].

Биология раков

Биология раков рода *Astacus* типична для ракообразных. Тело речного рака состоит из головогруды и брюшка. Голова и грудь срастаются. Со спинной стороны виден характерный шов сращения. Имеется пять пар ходильных ног, первая пара из них преобразована в клешни и в передвижении рака не участвует. Также есть две пары усиков – антенны и антеннулы, три пары челюстей – две нижние и одна верхняя, три пары ногочелюстей, которые подают пищу ко рту. На сегментах брюшка есть пары двуветвистых маленьких ножек, на которых самки удерживают икринки.

Тело покрыто хитиновым панцирем, пропитанным углекислым кальцием. Хитиновый покров очень прочный и мешает росту, поэтому раки периодически линяют, примерно, два раза в год, а молодые рачки линяют чаще [6].

Желудок из двух отделов. Первый – жевательный, где пища перетирается хитиновыми зубцами. Второй – цедильный, где более мелкие пищевые частички процеживаются в среднюю кишку, а крупные возвращаются обратно в первый отдел.

Дышат раки жабрами, которые представляют собой выросты конечностей и находятся по бокам под мощным головогрудным панцирем.

Кровеносная система речного рака, как и у всех членистоногих, незамкнутая. На спинной стороне имеется мешковидное сердце, которое засасывает гемолимфу из полостей тела и выталкивает во множество разнонаправленных артерий, откуда кровь снова изливается в лакуны (узкие полости) тела. Протекая по лакунам, гемолимфа

отдает кислород и питательные вещества клеткам тела, после чего собирается на брюшной стороне, проходит через жабры, где снова насыщается кислородом, после чего попадает в сердце.

Выделительная система речного рака представлена парой так называемых зеленых желез, чьи протоки открываются около основания длинных усиков.

Нервная система речного рака включает надглоточные и подглоточные ганглии, между которыми образуется окологлоточное кольцо, и брюшную нервную цепочку, от узлов которой отходят нервы.

Органы чувств представлены парой фасеточных глаз, расположенных на подвижных стебельках, органами осязания и обоняния, расположенных на усиках, органами равновесия, расположенных у основания антеннул.

Речные раки раздельнополые животные. Присутствует половой диморфизм, самки немного отличаются от самцов, у них брюшко шире и на нем расположено 4, а не 5 (как у самцов) пар двуветвистых ножек. Оплодотворение внутреннее. Самка выметывает икринки (яйца) осенью или в начале зимы. Они остаются прикрепленными на ее брюшных ножках. К лету из них вылупляются маленькие рачки, которые еще некоторое время остаются под брюхом самки. Таким образом, развитие у речного рака прямое [6].

Распространение раков рода *Astacus*

Распространение раков рода *Astacus* довольно широкое (рис.2). Они обитатели пресных и солоноватых вод северного полушария. Ареал распространения охватывает Среднюю и Восточную Европу и Западную Азию [2].

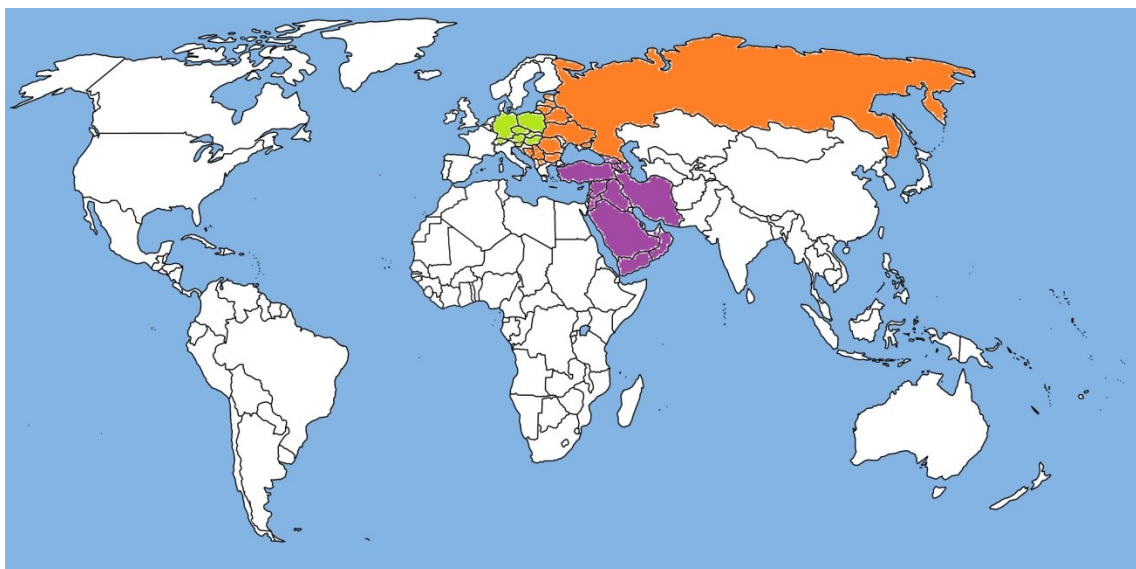


Рисунок 2. География распространения раков рода *Astacus* [2].

Распространение широкопалого рака. Ареал широкопалого рака простирается в широтном направлении от Ленинградской области, Карелии, Валдайской возвышенности на запад вплоть до атлантического побережья Франции, также в нескольких районах Украины и Белоруссии. В горных районах популяции этого вида отмечены в Черногории и в Швеции, причем в Швеции благодаря хозяйственной деятельности человека [2].

Распространение длиннопалого рака. Длиннопалый рак — вид полиморфный. В 1930-е годы на территории СССР было зарегистрировано 6 подвидов длиннопалого рака, которые обитали в разных районах и, вероятно, имели несколько различающуюся экологию и большую вариабельность признаков.

Ареал длиннопалого рака очень обширный. Он распространен на территории, простирающейся от южных (Чёрное, Каспийское, Азовское и Мраморное) до северных (Белое и Балтийское) морей и от равнин Венгрии, Сербии и Черногории до Уральского хребта, в Западной части России. Некоторые популяции встречаются и в более северных водоемах. Довольно крупная изолированная группа популяций рака в озерах Онежского бассейна, являющаяся, очевидно, самой северной точкой ареала данного вида (62° с.

ш.), своим происхождением обязана акклиматизационной деятельности человека [16].

В Ленинградской области длиннопалый рак встречается в нескольких озерах бассейна Онежского озера и в ряде других озер, куда он был завезен совсем недавно. Например, до недавнего времени его промысел велся на оз. Гусином (бассейн Ладожского озера), куда он был вселен в 1965 г. В настоящее время эта популяция уничтожена очередной эпизоотией «рачьей чумы».

Можно сказать, что биология этих двух видов одинакова, минимальные различия лишь во внешнем облике их клешней.

В целом распространение раков рода *Astacus* одинаково. На территории Северо-Запада их ареалы тоже сильно перекрываются, но здесь больше распространён широкопалый рак.

Глава 2. Экологические условия обитания раков рода *Astacus*

Речные раки в естественных условиях обитают в тихой проточной воде, заселяя реки, протоки, каналы и крупные ручьи, а также озера и проточные пруды с тенистыми берегами, прячутся в норах, под корягами или корнями больших деревьев, растущих на берегах водоемов. Дышат они сложно устроенными жабрами, но в сильно влажной атмосфере могут некоторое время дышать также воздухом. Речные раки очень требовательны к качеству воды, и при ее загрязнении или цветении покидают такой водоем и переселяются в тот, где находят благоприятные условия. Наиболее требователен к условиям среды широкопалый рак, поэтому он обычно обитает в реках, протоках и больших озерах. Широкопалый рак сосредоточен преимущественно в верховьях рек, а длиннопалый – в устьях.

2.1. Экологические условия обитания широкопалого (*Astacus astacus*)

Экологические условия широкопалого рака предполагают обязательное наличие плотного грунта, применимого для рытья нор. Дно, покрытое водянистым илом, неблагоприятно для жизни этого рака. Отдельные экземпляры *A. astacus* ловятся и на жидких илах, но основная популяция располагается в участках с плотными грунтами, где плотность популяции намного (в 40 раз) выше таковой на илах.

Широкопалый рак обитает обычно в чистых, олигосапробных водоемах [18]. Кислородный порог для дыхания *A. astacus* составляет 1,1 мг/л, что фактически ограничивает его распространение заморными водоемами.

Иным важным условием формирования его является нейтрально-щелочная активная реакция среды. Лихарёвой Е.И. [11] было опытно установлено, что при рН менее 6 ед. возникают нарушения в ионно-солевом балансе всех возрастных групп рака и их гибель. Значение рН в пределах 7 ед. следует считать критичной для представителя данного вида.

Широкопалый рак в пределах своего места обитания встречается в водоемах с низкой и средней минерализацией воды и именно поэтому может быть отнесен к пресноводным стеногалинным видам.

По мнению Сугоняевой Л.А. [17] необходимым фактором, определяющим границы ареала широкопалого рака, является температура. Оптимальными температурами для жизнедеятельности этого вида рака следует считать 18 – 20 °С: эта температура предпочитается личинками рака в условиях определенного градиента температур, а также является верхней критической для питания рака. Верхней пороговой температурой для жизнедеятельности широкопалого рака можно считать температуру 24 °С, критичную для обменных процессов, нижней границей активной жизнедеятельности, очевидно, является температура 4 – 7°С, потому что ниже данной температуры интенсивность питания резко снижается. В Ленинградской области температура не лимитирует распространение широкопалого рака [11].

Размножение раков происходит в октябре – ноябре, откладка яиц в течение 2 – 45 дней после спаривания. Когда устанавливается низкая температура, раки начинают откладку яиц. Эмбриональное развитие продолжается 7 – 8 месяцев, но в экспериментальных условиях может быть сокращено до 3 месяцев методом регуляции терморежима. Постэмбриональное развитие до наступления половозрелости у самок – 4,5 года, у самцов – 3,5 года.

Он достигает длины 13,5 – 14,5 см при имеющейся массе – 80-130 г, однако некоторые ученые указывают 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.

Продукционные характеристики *A. astacus* в сравнении с другими видами речных раков невысоки. В условиях северо-западных водоемов

России широкопалый рак достигает промысловых размеров за 4 года при длине более 9 см. Плодовитость широкопалого рака в пределах ареала возрастает в направлении с юга на север и достигает максимума в оз. Отрадном Ленинградской области.

2.2. Экологические условия обитания длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus*)

Длиннопалый рак не так привередлив к экологическим условиям среды. Этот вид обитает как в пресной, так и в солоноватой воде [16]. В отличие от широкопалого рака, наличие плотных грунтов — не обязательное условие обитания данного вида в водоеме [11].

Для длиннопалого рака, в отличие от широкопалого, строительство нор не обязательно, в качестве убежища он может использовать неровности рельефа дна, корешки растений. Данный вид рака менее требователен к степени чистоты воды, впрочем в районах с большой антропогенной нагрузкой на водоемы (Болгария) вопрос о сохранении запасов длиннопалого рака стоит не менее остро, чем на Северо-Западе для широкопалого [11].

Критической величиной рН для жизнедеятельности длиннопалого рака считается 4,6—4,7, потому что при этом значении вывод ионов Ca^{2+} из тела рака начинает превышать скорость их поглощения клетками эпителия жабр. Длиннопалый рак в естественных условиях может выдержать слабокислую и нейтральную активную реакцию среды.

Опытных данных по отношению длиннопалого рака к величинам минерализации в литературе не найдено. Однако само присутствие данного вида в заливах Онежского озера (Σ ионов=23 мг/л) и в Каспийском море при солености 14‰ (14 тыс. мг/л) позволяет рассматривать вид как эвригалинный. Вероятно, в пресных водах распространение длиннопалого (так же как и широкопалого) рака не ограничено минерализацией воды в пределах водоемов озерного и речного типа (сумма ионов более 20 мг/л) [16].

Длиннопалый рак — более теплолюбивый, нежели широкопалый: оптимальная для роста температура – 22 – 25°C, верхняя граница температур — 32°C. Вероятно, расхождение северных и южных границ ареалов длиннопалого и широкопалого раков и преобладание в водоемах Ленинградской области широкопалого рака объясняется различным отношением данных видов к температуре [11].

Также нужно отметить различия в отношении двух видов к световому режиму: в отличие от широкопалого рака, длиннопалый может поддерживать активность круглосуточно, тогда как широкопалый — только ночью [11].

В южной части ареала (46-48° 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 температурного режима водоема.

Плодовитость длиннопалого рака значительно выше, чем широкопалого, что обуславливает преимущество первого вида и вытеснение им второго в зоне их общих ареалов. Это утверждение вполне справедливо для центральной части ареала длиннопалого рака (до 57° с. ш.), однако теряет силу на северной границе его: плодовитость длиннопалого рака в Габозере вдвое ниже, чем у широкопалого в оз. Отрадном, хотя данные водоемы находятся примерно на одной широте. Нет оснований говорить о вытеснении широкопалого рака длиннопалым в Ленинградской области. Длиннопалый рак, конечно, здесь встречается и даже может образовывать популяции с промысловой плотностью, однако своим появлением в данных водоемах он обязан акклиматизационной деятельности человека, и обитает здесь лишь в хорошо прогреваемых водоемах, не распространяясь на соседние [11].

Длиннопалый рак достигает длины 14 – 16 см при соответствующей массе 100 – 180 г., однако встречаются экземпляры длиной более 20 см при массе 250 – 320 г. По проведённым исследованиям Бродского С.Я. [4] максимальный возраст в их популяциях на территории Украины не превышает 7 лет.

Анализ публикаций показывает, что широкопалый рак обитает в основном в чистых, олигосапробных водоёмах, кислородный порог 1,1 мг/л. Наличие плотного грунта в водоёме обязательно для его жизнедеятельности. Важным условием является наличие нейтрально-щелочной активной реакции среды. Оптимальная температура 18-20 °С, размножение происходит осенью (октябрь-ноябрь). Промысловых размеров на Северо-Западе России достигает за 4 года при длине 9 см.

Длиннопалый рак менее требователен к чистоте водоёма. Может обитать в солоноватой воде. Наличие плотного грунта для него не обязательно. Может вынести слабнокислую и нейтральную активную реакцию среды. Более теплолюбив, чем широкопалый рак, оптимальные температуры 22-25°С. Половозрелость на Северо-Западе России наступает через 3-4 года, размер – 9-10см.

Глава 3. Состояние запасов и промысел раков рода *Astacus* в водоёмах Северо-Запада России

Есть достаточно много способов, чтобы определить запасы раков, но они очень трудоемки и не дают четкого представления о них. В водоемах России наиболее распространен метод прямого количественного учета.

Ни одно орудие лова не вылавливает всех раков на облавливаемой территории, исходя из этого, в 1973 году на примере Ростовской области был определен коэффициент уловистости сака донской конструкции с помощью аквалангистов в реках и водохранилищах, улов составил 0,39 и 0,50 соответственно. Цукерзис Я.М. [19] установил, что у рачни (раколовка закрытого типа) коэффициент уловистости в Туркменских водах Каспия равнялся 0,7; идентичен он и для раколовок Ростовской области

Если возьмем воды Восточного побережья Каспия, то там сбор раков осуществлялся раколовками закрытого типа из дели с ячейей 32 мм. Распределение раков определялось прямым количественным учетом в контрольных уловах. На каждой станции на площади 0,25 га устанавливалось по 25 рачен на расстоянии 10 м друг от друга. Рачни устанавливались на 7 часов после заката и вынимались перед восходом. Запасы раков определялись путём пересчёта уловов рачен с помощью коэффициента их уловистости. Коэффициент устанавливался аквалангистами в 1970 – 1971 годах прямым просчётом раков на контрольных площадках. Коэффициентом считается соотношение между количеством площадок на единицу площади и уловом рачен в этом месте. Коэффициент при подсчете оказался равным 0,7 (количество пойманных раков на каждой станции для подсчёта запасов необходимо умножать на 1,4) [19].

Плотность и продукция раков посчитанная на всех станциях лежит в основе среднего значения по водоему или же конкретному месту. Потом считают общую численность и биомассу, умножая на площадь рачных полей.

Промысловую численность и биомассу определяют исходя из процента промысловых раков в популяции [20].

Площади рачных полей не постоянны, поэтому каждый год надо уточнять их границы. В основном скопления раков при стабильных условиях обитания приурочены к водоемам с высокой биомассой кормовых организмов. При изменении условий популяция раков автоматически реагирует для выживания. Одним из последствий этого является миграция раков. Она зависит как от биотических, так и от абиотических факторов. Особенно изменчивы границы рачных полей в небольших водоемах, где условия обитания не стабильны.

Черкашина Н.Я. [21] разделила водоемы с учетом количественных показателей популяции раков на: высокопродуктивные (больше 20 кг/га), среднепродуктивные (10-20 кг/га) и низкопродуктивные (меньше 10 кг/га).

Доля вылова раков зависит от структуры популяции [21]. Когда доминируют средние или средние и крупные особи, доля составляет 20-40 %, когда мелкие или мелкие и средние, доля составляет 10-20 % от промысловой биомассы.

Состояние запасов речных раков

По исследованиям Цукерзиса Я.М. [19], на территории Ленинградской области находится около 700 малых озер, площадь водного зеркала которых свыше 20 га. Общая площадь озер составляет примерно 130 400 га. В XX веке, в 1960-х годах среди них было отмечено 167 озер, в той или иной степени заселенных раками. 23 озера из них относились к высокопродуктивным и использовались промыслом. Но в конце 1970-х годов произошла вспышка заболевания, что резко сократило, а местами, полностью уничтожило запасы широкопалых раков в водоемах практически всего Северо-Запада страны, что, следовательно, подорвало и рачный промысел.

В 2002-2005 годах присутствие раков отмечалось в 180 озёрах и более чем 50 реках. К среднепродуктивным и высокопродуктивным можно отнести около 38 водоёмов, общей площадью 15,2 тыс. га.

В основном в водоемах Северо-Запада России обитает широкопалый рак, однако, есть водоемы, в бассейне Онежского озера и северных районах, которые примыкают к Вологодской области и к Карелии, где обитает длиннопалый рак, или отмечено совместное обитание этих двух видов [12].

По исследованиям Лихарёвой Е. И. [11], в Ленинградской области из 100 обследованных рек и озёр, связанных с этими реками длиннопалый рак оказался во всех этих 100 озёрах, в 20-30 из них можно вести промысел. В Псковской области из 20 исследуемых рек и 1500 озёр раки были замечены в 200 водоёмах, в 15-20 озёрах можно вести промысел. Что касается Карелии, то тут длиннопалый рак обитает в 36 озёрах и 9 реках бассейнов Онежского и Ладожского озёр, а также в реке Свири и озере Чоб.

Обследование Мицкевичем О.И. и Суслопаровым О.Н. [14] на Север-Западе России в 2003 году 5 озер и 6 рек, отличающихся по расположению, гидрохимическому составу и биопродукционным показателям показало, что снижение антропогенной нагрузки способствовало расселению раков в те водоемы, где раньше их не встречалось в последние годы. Например, так длиннопалые раки в промысловых объёмах были обнаружены в Невской губе и устьевых участках рек, которые впадают в Финский залив (река Сестра), а так же в реках Тосна и Ижора, где они исчезли более 20 лет назад в результате загрязнения. Среди этих водоемов только 5 можно отнести к средне – и высокопродуктивным. Так, это составляет 30 % площади всех учтенных ракопромысловых водоемов, можно сказать, что в целом по области общие промысловые запасы раков на данный момент составляет 70, 9 тонн (1743 тыс. шт.).

Современное состояние запасов речных раков в Ленинградской области практически достигло уровня 1960-1970-х годов, когда промысел был регулярным и составлял почти 20 тонн. В настоящее время вылов раков без подрыва популяции возможен в объёме более 17 тонн [14]. Но в большинстве водоёмов раки встречаются всё же единично и промыслового значения не имеют.

На состояние запасов речных раков влияет множество факторов:

- ухудшение гидрологического режима водоёмов;
- систематическое загрязнение водоемов сточными водами промышленных предприятий и стоками с сельскохозяйственных угодий;
- промысел без учета характерных особенностей биологии этих животных, зачастую он проводится в период линьки и вынашивания самками икры, в результате чего снижается эффективность естественного воспроизводства;
- также на состояние запасов влияют различные заболевания раков [15].

Наиболее распространённые заболевания раков

Есть мнение, что массовые рачьи эпизоотии возникают из-за изменений условий существования их в водоеме. В последние годы в России не проводилось никаких комплексных исследований по паразитам и болезням раков. Такие заболевания, как ржаво-пятнистая болезнь, паразитические олигохеты и черви, в основном не наносят популяциям непоправимого урона. В естественных условиях очень мало больных особей, их доля не превышает 4 %. Чего не скажешь о рачьей «чуме», которая может уничтожать популяции целых регионов.

Болезнь получила свое название за чрезвычайную быстроту распространения и массовую гибель заражённых раков. Возбудителем чумы раков является гриб *Aphanomyces astaci* Schikora, 1903.

В Ленинградской области за 20-летний период наблюдений было отмечено два значительных случая массовой смерти раков, вызванных *A. astaci*. Наиболее серьёзные последствия для рачьего промысла была эпизоотия чумы на р. Долгой. Возникшее в 1968 г. в низовье реки заболевание относительно медленно, но неуклонно распространялось вверх по реке, что привело к полному исчезновению раков. В 1971 г. погибли последние раки в самом верховье реки.

Таким образом, за 4 года произошла гибель раков на всем почти 80-километровом протяжении реки. При этом многочисленные разветвления в низовье реки и входящее в ее систему оз. Долгое сильно снизили скорость прогрессирования заболевания, но не смогли привести к ослаблению эпизоотии. Полевые и лабораторные экспериментальные исследования позволили точно определить причину гибели с выделением гриба *A. astaci* и выяснить особенности патогенеза и эпизоотологии заболевания. Установлено, что при осеннем понижении температуры воды больные особи с явными клиническими признаками заболевания сохраняют жизнеспособность гораздо дольше, чем в летний период. Скорость прогрессирования заболевания вверх по реке в осенне-зимний период была в несколько раз ниже, чем летом, что можно объяснить снижением двигательной активностью раков при низкой температуре воды. Интересно отметить, что в 1981 г., т. е. спустя 10 лет после окончания заболевания, раки обнаруживались только на отдельных участках низовья реки. Полного заселения реки раками не произошло и через 15 лет после завершения эпизоотии [5].

Второй случай заболевания, имевший место в двух озерах Карельского перешейка, зимой привел к массовому распространению рачьих заболеваний

и гибели раков. У отловленных весной оставшихся в живых раков в качестве характерного внешнего признака отмечено наличие буроватого налета на глазах, представляющего собой гифы гриба. Бактериологические исследования больных раков показали высокую обсемененность гемолимфы и внутренних органов бактериями, которые по своим культурально-биохимическим свойствам напоминали описанную Гофером *Bacterium pestis astaci*. Особенно большое количество бактерий в гемолимфе больных раков присутствовало в летний период, когда визуального прорастания гифов гриба *A. Astaci* через покровы тела не было отмечено. Можно предположить, что при высокой летней температуре гибель больных раков в значительной мере ускорялась за счет секундарной инфекции, в то время как в холодное время года возбудитель чумы присутствовал в организме преимущественно в чистой форме. Это позволяло ему наращивать свою численность и в массе прорасти во внешнюю среду в виде ватообразного налета [5].

Ржаво-пятнистая болезнь (рис. 3) – это грибковое заболевание, при котором на панцире образуются очаги поражения в виде черных или коричневых пятен различной формы и размера. Часто в центре пятна происходит полное разрушение твердых частей панциря (хитина). Особенно хорошо очаги поражения видны на фоне ярко-красного панциря у сваренных раков [7].



Рисунок. 3. Рак с признаками ржаво-пятнистой болезни [7].

По мнению Воронина В.Н. [5], пятнистая болезнь среди широкопалых раков весьма широко распространена в Прибалтике. Болезнь в условиях Эстонии отличается высокой патогенностью, массовостью (заражено 15—85% раков в 2/3 водоемов) и может служить причиной гибели раков в зимний период. В Литве пятнистая болезнь встречается в 46—50% водоемов, причем зараженность широкопалых раков составляет лишь 0,54—3,2%. Гибель раков от этого заболевания не наблюдалась.

В Ленинградской области ржаво-пятнистая болезнь обнаружена у небольшого количества широкопалых раков только из водоемов южных и восточных районов [5].

Также на раках паразитируют трематоды. Большой вред наносит трематода *Distomum astaci*. Локализуется в яичнике, вызывает его кастрацию и может давать черные образования, покрытые хитином.

Микроспоридиоз (фарфоровая болезнь) — паразитарная болезнь. Возбудителем является микроспоридия *Thelohania contejeani*. Развиваясь в

скелетной мускулатуре, паразит постепенно заполняет мышечные волокна огромным числом мельчайших спор, которые и придают пораженным мышцам белый цвет. На заключительном этапе болезни возможно поражение не только скелетных мышц, но и сердца и яичника, а также продольных и циркулярных мышечных волокон заднего отдела кишечника и клеточных тел центральной нервной системы [5].

Имеются данные, свидетельствующие о встречаемости этого паразита у нескольких видов раков из различных регионов мира. У широкопалого рака *Astacus astacus* микроспоридия отмечена в 21 водоеме Финляндии, во многих озерах Литвы, в ряде водоемов Ленинградской области. В большинстве сообщений отмечается, что зараженность раков в природных популяциях не превышала, как правило, нескольких процентов. Воронин В.Н. [5] установил, что в ряде случаев обнаружено локальное распространение заболевания.

Таким образом, необходимо продолжить исследования болезней и паразитов раков в естественных условиях, поскольку многие стороны заболеваний и биологии паразитов изучены не до конца. В свою очередь, знание симптомов этих болезней и умение их предотвращать, поможет в сохранении запасов речных раков. Будет меньше распространения эпизоотий, следовательно, не будет массовой гибели особей.

Особое значение исследования раков имеют для эпизоотической оценки исходного водоема при интродукционных и акклиматизационных работах. Подбор водоема, свободного от болезней и паразитов раков, может явиться гарантией профилактики заболеваний раков как во вновь заселяемых водоемах, так и при их искусственном выращивании [5].

Учитывая высокую чувствительность раков к экологическому состоянию водоёма и их антропогенной нагрузке, на данный момент, можно сказать, что состояние запасов речных раков в водоёмах Северо-запада

России достаточно нестабильное. В век стремительного развития промышленных технологий, осталось совсем немного рек и озёр, которые не были бы загрязнены в результате хозяйственной деятельности человека. Если не уделять должного внимания данной проблеме, то скоро этих ценных видов животных не останется совсем. Это касается не только ракообразных, но и всех представителей царства.

Промысел речных раков

В 1980 гг. экспорт речных раков из России практически прекратился. На начало первого десятилетия 21 века (2003 г.) запас раков и их общий допустимы вылов (ОДУ) оценивали: по Нижневолжскому району – в 217 т, ОДУ – в 52,2 т; по Доно-Кубанскому региону – в 140 т, ОДУ – 23-24 т [15].

Во второй половине 20-го века почти половина всех раков СССР вылавливалась в Украине, уловы в РСФСР были обычно ниже и беднее (рис. 4).

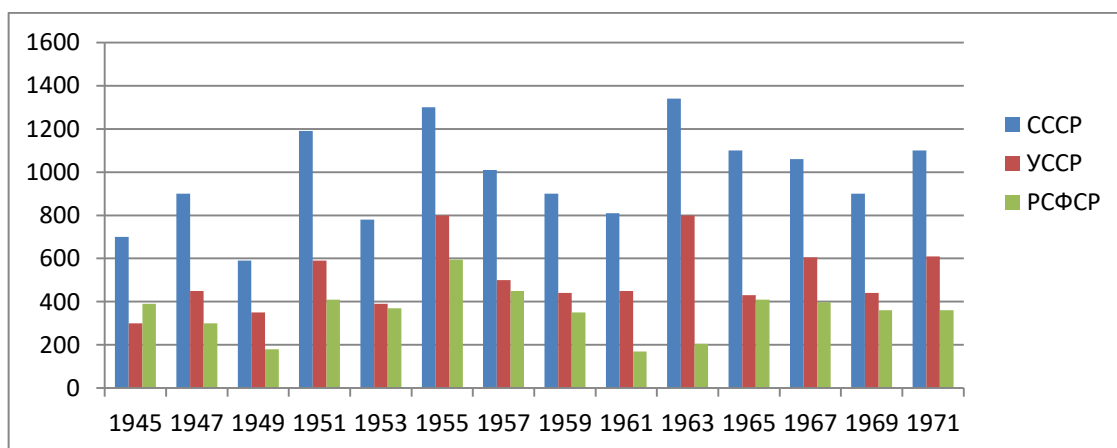


Рисунок 4. Отечественный вылов речных раков (т) в начале второй половины XX в. (оцифровано по С.Я. Броцкому [4])

Чтобы провести планирование и организацию добычи раков, нужны четкие прогнозы, которые помогают улавливать изменения в их распределении, биомассе и численности. При создании такого прогноза

необходимы знания о закономерностях развития популяций. Прогноз решает следующие задачи:

- оценка сырьевой базы на данный момент;
- изменение численности и биомассы раков на перспективу.

Для оценки состояния популяций необходимо провести анализ материала осенней съёмки, когда у раков заканчивается линька и полученные материалы наиболее наглядны.

В основе количественной характеристики лежат размерно-возрастная структура стада и численность по осенним материалам, а также основные показатели, которые необходимы для дальнейшего расчёта промысловой биомассы. По исследованиям Черкашиной Н.Я. [21], можно сказать, что при характеристике популяции раков на перспективу учитывается возраст особей и урожайность поколений, которые отражаются на численности пополнения промыслового стада.

При расчёте ОДУ на более дальнюю перспективу схему построения динамики численности и биомассы необходимо начинать с репродуктивного потенциала (количество самок, участвующих в размножении и плодовитость), который меняется каждый год, сохраняя тем самым популяцию [21].

На данный момент вылов раков небольшой. Данные по статистике не полные и имеют фрагментальный характер, но как видно из рисунка 5, в начале 2000-х годов объём вылова в России был сопоставим с таковым в Норвегии (10-15 т), но уступал добыче в Финляндии (25-80 т) для 2006-2013 годов [12].

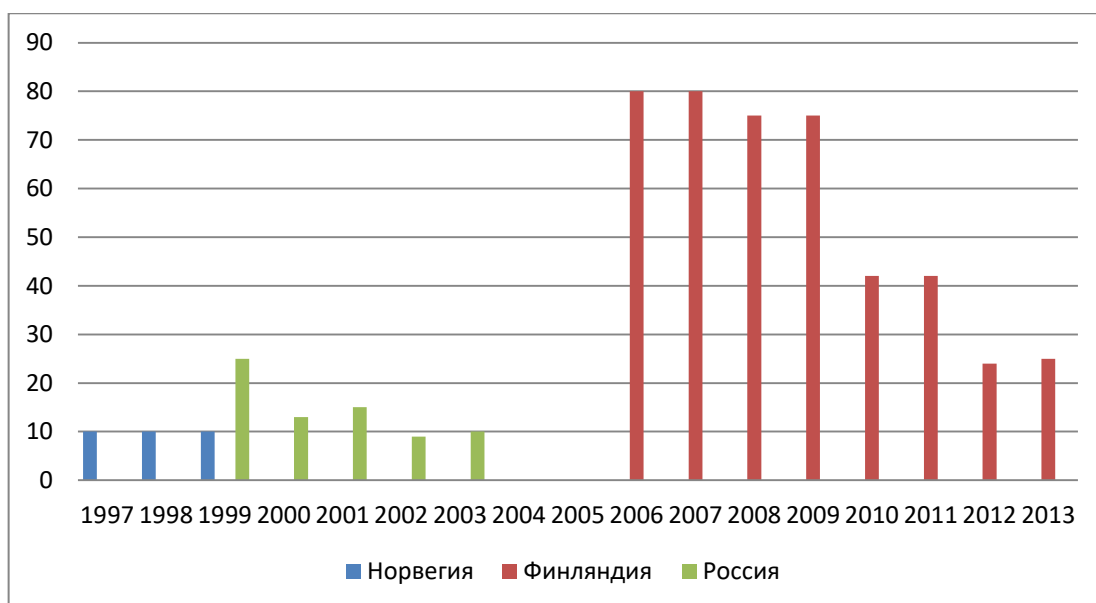


Рисунок 5. Вылов речных раков (т) в некоторых странах европейского севера [1]

В Карелии в 1953 г. в связи с работами по заселению раками Кончезера, Укшозера и Пертозера, предпринятыми Карельским рыбводом по обоснованию Карельского отделения ГосНИОРХ, произведен отлов посадочного материала в Падозере и Габозере. В Падозере для этой цели было выловлено 45 тыс. раков. Кроме того, здесь дополнительно заготовлено еще 40 тыс. для торгующих организаций. Таким образом, в Падозере за один сезон было взято 85 тыс. раков. В Габозере в 1953 г. для перевозки выловлено 5 тыс. и дополнительно около 10 тыс. раков для торгующих организаций.

Во второй половине июня уловы из трех похожек за день при 38—40 ловушках на Падозере колебались в пределах от 550 до 1620 раков (большей частью 800—1200 штук), т. е. в среднем от 20 до 30 раков на одну ловушку. В мае иногда попадалось в ловушку за один раз до 50 раков. По мнению Гусевых, в летний период нормальным считается улов не менее 15 штук на одну ловушку.

По исследования Будникова и Третьякова уловы раков с полезной площади неглубоких озер Северо-Западного района составляют 16—80 кг/га, а в прибрежьи глубоких озер 8—40 кг/га (Будников и Третьяков, 1952).

В Падозере полезную площадь для обитания раков можно считать близкой к 300 га. Следовательно, из выловленных в 1953 г. 85 тыс. раков на 1 га полезной площади Падозера приходится в среднем 280 штук, или в пересчете на вес— 10,6 кг/га. Таким образом, по размерам добычи Падозеро приближается к уровню малоуловистых озер Северо-Западного района.

В настоящее время промысел раков в Карелии продолжает оставаться на низком уровне. Имеющиеся возможности по отлову их далеко не используются.

Для сохранения высоких уловов на перспективу, следует обращать внимание на медленный рост раков и слабое пополнение старших размерных групп. При регулярном промысле раков целесообразно учитывать особенности популяций определённых водоёмов и устанавливать квоты для тех или иных водоёмов в отдельности.

3.1. Меры регулирования вылова раков

Промысел раков имеет законодательные ограничения – разрешённый период всего три месяца: с середины июля по середину августа и с середины сентября по середину ноября. С первым льдом сезон закрывается.

Вылов раков задокументирован в Правилах рыболовства, которые являются типовыми для всей страны, но с уточнениями и дополнениями в зависимости от региона. Правила регулируют места вылова, временные запреты на вылов, ограничения на количество вылова, орудия лова и т. п. Отклонение от правил приравнивается к браконьерским действиям и карается законом.

В водоемах Северо-Запада России промысловый размер раков при осуществлении промышленного рыболовства во внутренних водах (за исключением внутренних морских вод) – не менее 9 см (от конца хвоста до линии глаз).

Суточная норма добычи (вылова) раков (количество, вес), разрешенная гражданину для добычи (вылова) при осуществлении любительского рыболовства на водных объектах – не больше 30 штук на человека (кроме лицензированного промышленного вылова).

Промысловый размер водных биоресурсов для осуществления любительского и спортивного рыболовства – не менее 9 см.

Ловить и собирать раков руками запрещено. Запрещены раколовки с размером ячеи менее 20 мм и общим диаметром – больше 80 см. Количество – не более трёх (за исключением промышленного лова).

Штрафы за нарушения Правил: минимальный – 2000 рублей; для браконьеров с добычей – 42 рубля за штуку, причём самки с икрой оплачиваются по двойному тарифу. Если раки были выпущены обратно в воду нетронутыми – штраф не выплачивается.

Если посмотреть на имеющиеся запасы речных раков в водоёмах Северо-Запада России, то можно сделать вывод о том, что данных мер недостаточно для регулирования вылова раков. В большинстве случаев запреты нарушаются, а нарушители не несут наказания, так как не уделяется должного внимания этому процессу.

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 полунтенсивных 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 [14].

Глава 4. Проблемы воспроизводства раков рода *Astacus*

В настоящее время многие промысловые районы утратили своё значение из-за значительного снижения численности ракообразных, что в свою очередь, происходит из-за ухудшения экологического состояния многих водоёмов и браконьерства. В естественных условиях раки просто не могут выдержать такой антропогенной нагрузки, что влечёт за собой угнетение воспроизводства и полное исчезновение популяций из водоёмов.

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

Большая амплитуда уловов и зависимость численности популяции раков от экологических условий обитания требует немедленного вмешательства человека, дабы установить стабильный промысел, увеличить мероприятия по искусственному воспроизводству и сохранить ценный промысловый вид.

По показателям потребления речных раков на душу населения лидируют Греция и Италия. По словам Мельникова И.В. [13], в этих странах раки в свое время появились путём завоза их с территории бывшего Советского Союза (в основном из Молдавии, Украины, России). На сегодняшний день основными поставщиками товарных раков являются США, Турция (7 тыс. тонн/год), Испания (3,5 тыс. т), Китай (1 тыс. т). В то

время как Финляндия и Россия из основных экспортеров речных раков превратились в импортеров [9].

4.1. Искусственное воспроизводство

Искусственное воспроизводство речного рака возможно путём культивирования в специализированных хозяйствах, а в естественных водоемах – за счет выпуска молоди, полученной в заводских условиях.

Хозяйства по культивированию раков бывают полно- и неполносистемными. В полносистемных получают личинок, подращивают их до жизнестойкой молоди, а дальше уже до товарного размера. В неполносистемных – выращивают до жизнестойкой молоди или до стадии сеголеток, и называются они ракопитомниками. Хозяйство включает цех (биокомплекс) и пруды разных категорий (рис. 6).

Цех оборудуют установками с системой оборотного водоснабжения и лотковой площадки с бассейнами типа ИЦА-2 или ИЦА-1. Разработанные мероприятия по стабилизации среды в цеху позволили создать благоприятные условия для раков [21].



Рисунок 6. Молодняковый цех ракопитомника [21].

Личинок получают на самках в специализированных устройствах, что позволяет им удобно питаться и минимизировать травмы. Когда личинки переходят 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. Далее молодь переносят в пруды, где она растёт, зимует и к концу второго лета (на примере Азовского бассейна) достигает промыслового размера. Также предусматривается летне-зимнее содержание маточного стада. Молодые раки питаются сбалансированной кормосмесью АС-1, взрослые – АД-1. График кормления может варьировать в зависимости от конкретных условий.

Ракопитомник включает цех и летне-зимние пруды-маточники. Цех, также как и в полносистемном хозяйстве, включает установку с системой обратного водоснабжения, автоматического контроля и лотковую площадку с бассейнами типа ИЦА-2, которые снабжены кассетами с гнездами для самок с икрой [21].

Оптимальная мощность ракопитомника при современных запасах раков – 500 тысяч жизнестойкой молоди. Для реализации потребуется:

- строительство биоконцентра с контролируемой средой и летне-зимних прудов-маточников;
- осенняя заготовка (закупка) производителей раков;
- производство и закупка кормов для производителей молоди раков;
- оплата прав пользования земляными, водными и другими ресурсами [21].

В начале работ составляется схема восстановления численности раков в водоёмах с учётом их экологического состояния, кормовой базы и астакофауны.

Когда будет освоена полная мощность комплекса и молодь будет выпущена, уже на четвёртый год возможно будет получить 10-12 т раков.

Речные раки обеспечивают достаточно быстрый возврат при получении товарной продукции и возмещении средств на зарачивание водоёмов.

В прудах-нерестовиках можно получать жизнестойкую молодь полуэкстенсивным способом, тогда обязательным условием является её выращивание до 4-5 см, до сентября, так как меньшие размеры в прудах практически невозможно поймать. Для создания ракопитомника мощностью 3,5 млн штук весом 4 г потребуется 10 га земли. При выпуске такого количества сеголеток в естественные водоёмы через три года можно получить 100 т товарного рака.

Черкашина Н.Я. [21] установила, что для повышения ракопродуктивности водоёмов необходимо использовать разные методы получения жизнестойкой молоди.

Биотехнология искусственного воспроизводства раков включает следующие этапы:

- заготовка производителей и их транспортировка;
- получение личинок раков;
- подращивание личинок раков;
- получение молоди.

Заготовка производителей и их транспортировка. Особей речных раков нужно заготавливать в экологически чистых водоёмах. Самки, которых выловили в загрязнённых водоемах, проявляют снижение плодовитости за период нереста на 61%, выживаемость снижается на 38%. Потомство, полученное от них, ослаблено.

Из-за того, что раки ведут скрытый образ жизни, весной невозможно заготовить большое количество самок с икрой. Маточное стадо раков в

первый год работы ракоразводного хозяйства необходимо заготавливать осенью после завершения оогенеза и сперматогенеза у самок и самцов. Осенняя заготовка облегчает перевоз производителей, так как устанавливается прохладная погода [21].

Для кратковременного выдерживания раков (2-3 дня) при заготовке удобнее применять садки. Садки устанавливают в проточном месте на глубине не меньше 1 м. Между садком и дном водоёма нужно оставить расстояние 40-50 см. Лучше садки размещать как можно дальше от людей, так как посторонние шумы приводят раков в возбуждение. Плотность посадки должна быть не более 50 шт./м². Оптимальное соотношение самок и самцов 1:1, допускается 2:1 с преобладанием самок.

Транспортировка производителей на большие расстояния в течение 6-28 часов должна осуществляться в сухой упаковке – в ящиках облегченного веса (лучше фанерных, которые применяются при перевозке фруктов или овощей). Раков надо укладывать быстро, слоями не больше 5 рядов, по 100-150 штук в каждый ящик. Между слоями прокладывают увлажнённую марлю или другую ткань. Ящики должны быть чистыми, сухими и без постороннего запаха.

Когда транспортировка происходит на близкие расстояния (500-1000 м), раков перевозят в корзинах, ящиках или вёдрах по 100-200шт.

Каждой осенью нужно заготавливать производителей раков для пополнения маточного стада в количестве 25%. Пополнять маточное стадо можно из раков, которые отловили в естественных водоёмах и за счет выращенных в хозяйстве.

В апреле при температуре воды 14-16 °С спускают воду в зимовальных прудах и вылавливают производителей и проводят их биологический анализ. Самок с икрой доставляют в цех, самцов – в подготовленные летние пруды-маточники. После получения личинок и перехода их на самостоятельное

питание, самок из цеха доставляют в пруды к самцам, соблюдая соотношение полов и плотность посадки (4 шт./м²) [21].

Весной самок с икрой нужно перевозить очень осторожно. При перевозке в течение 6-10 часов используют живорыбные машины. Плотность посадки рассчитывается индивидуально, исходя из данных о дыхании самок, объёма воды, величине растворённого в ней кислорода и критического (минимального) кислорода, которая не может быть израсходована на дыхание, а должна служить минимальным резервом для выживания.

Содержание кислорода должно быть не менее 5 мг/л. Плотность самок с икрой в живорыбной машине – 300 шт./м³.

Получение личинок раков. На данный момент практикуется два способа инкубации икры раков:

- непосредственно на самках;
- в свободном состоянии [3].

Для каждого из этих способов есть специальная технология и аппаратура.

Инкубация икры на самках имеет свои преимущества в сравнении со вторым способом:

- выход личинок раков выше в среднем на 20-25 %;
- не требуется систематическая переборка икры, травматизация личинок снижается на 30 %, а затраты рабочей силы и времени на обслуживание аппаратов – в 5-7 раз [3].

Существует много конструкций аппаратов для получения личинок раков на самках.

В условиях экспериментальной базы АзНИИРХа в биокomплексе с управляемой средой и в других хозяйствах личинок раков получали двумя

способами – в бассейнах типа ИЦА-2 с устройствами и в аппаратах вертикального типа [21].

При первом способе бассейны типа ИЦА-2 снабжены кассетами с гнездами для самок, выполненные в виде съёмных ёмкостей в форме усечённого конуса. Когда личинки переходят на самостоятельное питание, кассеты с гнездами и самками убирают, а молодь подращивают ещё в течение 10-12 дней до их массовой линьки или 24 дней после линьки. При таком способе самок с икрой перемещают в бассейны на любой стадии. На протяжении всего нереста их кормят, поэтому запас питательных веществ у них не снижается. Самки легко линяют после перехода личинок на самостоятельное питание, что обеспечивает их выживаемость во время нереста в бассейнах на 98-100 %, а в период линьки и до затвердения панциря – на 100 %. Средний выход личинок при таком способе инкубации 95-100 %, в естественных условиях – 40 %. Длина особей при переходе на самостоятельное питание 1,1 см, масса – 37 мг. Жизнестойкость достаточно высокая, при подращивании в течение 10-12 дней выживаемость достигает 62-65 %.

Аппараты вертикального типа представляют собой коробку с гнездами размером 10,5*18,0*5,5 см и с дном, имеющим отверстия 1,3*1,8 см, через которые самки пройти не могут, а личинки свободно проникают в коллектор. Отсеки закрыты крышкой. В каждом отсеке размещено по одной самке. В дне коллектора, где собираются личинки, предусмотрены небольшие отверстия, через которые они выйти не могут. Аппараты располагаются вертикально друг над другом, каждый лежит на подвесной полке, что позволяет изымать его для осмотра без нарушения общего водотока. На стойке 10 аппаратов. Вода подаётся из отстойника в верхний, и переливается из аппарата в аппарат. Стойки устанавливаются таким образом, чтобы к ним можно было свободно подойти [21].

В аппараты самок раков сажают, когда икра достигает стадии глазка. В этот период интенсивность их питания снижается. Данные аппараты не приспособлены к кормлению самок. В связи с этим, выживаемость их в аппаратах в период нереста составляет 96-98 %, в период линьки и до затвердения панциря – только 80 %. Средний выход личинок при таком способе 70-75 %. Длина при переходе на самостоятельное питание достигала 1,0-1,1 см, масса 29-30 мг. Личинки, полученные таким способом обладали пониженной жизнестойкостью, выживаемость их при подращивании в течение 14 дней составляла 32 %, что в два раза меньше, чем при первом способе.

Первый способ оказался более преимущественным по всем показателям, кроме того, технологический цикл при первом способе короче, чем при втором.

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

Таблица 1. Примерные допустимые пределы гидрохимических показателей воды в период получения личинок и их подращивания [21].

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

Содержание растворенного кислорода в воде и активная реакция среды (pH) – являются одними из основных показателей качества воды при получении личинок и их подращивании, поэтому их следует контролировать каждый день. Когда содержание падении кислорода в воде падает до 2,9-1,2 мг/л молодь раков собирается у труб, через которые поступает вода, и только при увеличении содержания кислорода особи распределяются равномерно по всему бассейну.

Вода в бассейне должна быть щелочной, потому что в кислой среде рост замедляется, панцирь становится мягким и тонким.

Накопление продуктов метаболизма оказывает негативное воздействие на личинок раков. При содержании кислорода ниже 5 мг/л, аммонийного азота – 0,42 мг/л, нитратов – 0,21 мг/л, при температуре воды 22°C в бассейнах происходит отторжение икры у самки и начинается гибель самих самок (1 %), молодь отказывается от пищи, замедление роста и гибель.

Когда бассейны максимально загружены самками с икрой, происходит резкое ухудшение гидрохимических показателей воды – кислород падает до 3,5 мг/л (40-44 % насыщения); pH – до 6; содержание нитритов увеличивается до 0,109-0,220 мг/л [21].

Водообмен в бассейнах в период нереста должен быть 6-10 л/мин., при меньшей проточности (3 л/мин.) на икре самок появляется сапролегния (21,66 %), при высокой – происходит её отторжение.

Выращивание раков в прудах. Также раков можно выращивать в прудах. В прудах для выращивания раков должен быть небольшой слой илового грунта, который богат органическими веществами, что способствует развитию пищевых организмов. На небольшом участке водоема полезно развитие мягких подводных растений, обогащающих воду кислородом.

Площадь прудов для выращивания двухлетков может варьировать от 1 до 20 га. 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. Прудовое водоснабжение должно быть автономным[21].

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

При концентрации кислорода в воде 2-2,9 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. 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.

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 [21].

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.

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

Удобрять выростные пруды следует за 10-15 суток до посадки в них личинок рака, нагульные – при повышении температуры до 15-17°C. 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 [21].

Выпускают в пруд личинок длиной 1,2 см, массой 34,6 мг, молодь длиной 1,35 см, массой 72,5 мг. В момент выпуска личинок в прудах биомасса зоопланктона должна быть не ниже 3 г/м³.

Важным периодом в жизни раков является линька. Молодь растет после линьки и до того, как новый панцирь затвердеет. На количество линек и их сроки влияет температура воды. На Юге России молодь растет 2,5-3,5 месяца. За этот период в прудах происходит, примерно, 8-9 линек, в Дону – 6, так как в них температура обычно выше, чем в естественных водах.

Двухлетки раков за сезон в прудах линяют 8-9 раз и достигают промысловой длины, которая колеблется в зависимости от условий среды от 10,100 до 10,880 см. Масса варьирует от 30,000 до 41,950 г.

В естественных водоемах раки лишь на четвертое лето достигают промысловых размеров. В Литве при искусственном воспроизводстве длина двухлеток всего 3,19 см, масса – 960 мг.

Контроль за темпом роста проводят с помощью обловов каждые 10 дней. Берут 25 штук особей без выбора и проводят биологический анализ. Измеряют по мере роста специальной линейкой типа штангенциркуля и взвешивают на весах. По результатам измерений определяют среднюю длину и массу.

Исходя из данных контрольных обловов, можно судить о продуктивности используемых искусственных кормов. Если прирост раков окажется ниже расчетного или выявляется большое расхождение в линейных и весовых размерах, необходимо выяснить причины слабого и неравномерного роста [21]. Медленный рост может являться следствием плохого поедания корма или же его вовсе недостаточно. В первом случае нужно обратить внимание на гидрохимический режим водоёма. Если всё в норме и к моменту следующей дачи на кормушках не остается предыдущей порции корма, следует увеличить его количество.

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 %, а в естественных условиях всего 10-15 %.

Оптимальная плотность посадки сеголетков 30 шт./м², двухлетков – 5 шт./м². При хорошей кормовой базе и оптимальных абиотических факторах её можно увеличить соответственно до 60 и 10 шт./м². Продукция сеголетков раков в прудах достигает 15 ц/га, двухлетков – 15-20 ц/га [21].

Для зимовки сеголетков раков необходимо подготовить зимовальные пруды: провести санитарно-профилактические мероприятия, обеспечить снабжение прудов водой хорошего качества.

Зимой раки в спячке, малоподвижны, не питаются. Важно следить за кислородным режимом. Плотность посадки зимой 100-120 шт./м².

Весной при температуре 14-16°C годовиков (молодь) отлавливают и пересаживают в нагульные пруды. Также после спуска зимовальных прудов и облова молоди проводят биологический анализ раков.

Корма для раков. Молодь раков, которая перешла к самостоятельному образу жизни, питается в течение двух недель зоопланктонным кормом и по мере роста переходит на бентосные организмы. Так что, к моменту выпуска личинок в выростных прудах необходимо развести зоопланктон с биомассой не меньше 3 г/м³. Когда молодь достигает 2см, её надо подкармливать сбалансированным комбикормом.

В последние десятилетия в практике разведения беспозвоночных сбалансированные по аминокислотам комбикорма получили широкое распространение благодаря своей экономической эффективности. Комплекс физико-биохимических и раководно-биологических исследований позволил разработать корма для раков разных возрастов. Из множества составленных рецептов лучшими для сеголетков оказался корм АС-1, а для двухлеток – АД-1 и АД-2.

Таблица 2. Пищевая ценность предложенных кормов [21].

Компоненты	Корм для сеголеток АС-1	Корма для двухлеток	
		АД-1	АД-2
Отруби пшеничные	-	28	25
Пшеница	-	14	15
Ячмень	-	10	-
Шрот подсолнечный	16	20	20
Шрот соевый	15	5	19
Рыбная мука	35	12	5
Дрожжи гидролизные	10	7	5
Травяная мука	-	1	-
Мясокостная мука	-	-	5
Молоко сухое	20	-	5
Масло растительное	4	-	2
Премикс ПФ-1	1	1	1

Общая усвояемость кормов раками близка к таковой ракообразными естественной пищи.

При кормлении сбалансированным кормом АС-1 кормовой коэффициент у сеголеток был 2,5, у двухлеток при кормлении кормосмесью АД-1 – 2,0.

При учетывании суточного ритма активности питания молодь раков до месячного возраста надо кормить 4 раза (в 11, 19, 1 и 5 ч), двухмесячного – 3 раза (в 7, 17 и 23 ч), двухлеток – 2 раза (в 17 и 23 ч). Многоразовое кормление в течение суток возможно осуществлять с помощью автокормушек. Частое кормление повысит ракопродуктивность и понизит кормовой коэффициент. Если нет возможности кормить раков в указанные выше часы, кормить следует утром или вечером, строго в одно время, так как раки привыкают ко времени дачи корма и сами подходят к кормовым местам.

Оптимальная температура, при которой молодь интенсивно питается 18-25°C. Такой большой диапазон позволяет кормить раков с начала и до конца пребывания их в прудах.

Таким образом, чтобы увеличить запасы речных раков, нужно заниматься их искусственным воспроизводством. По способу разведения существуют прудовые фермы и заводские. В заводских условиях процесс полностью контролируется, создаются оптимальные критерии тех или иных показателей для роста и развития раков. В прудах раки находятся в условиях, более приближенных к естественным. Желательно наличие плотного дна, песчаного или глинистого с присутствием камней и известковых пород. Важно наличие водной растительности, правильный кальциевый обмен способствует затвердению панциря после линьки. Но контроль и создание оптимальных условий такой же, как и на заводских фермах.

На Северо-Западе России есть достаточно раковых хозяйств, но они в основном работают в коммерческих целях и занимаются передержкой раков. На Северо-Западе России не хватает раковых хозяйств, которые бы ставили в приоритет не коммерческую выгоду, а сохранение и восстановление численности запасов этих ценных видов животных. На данный момент это является актуальной проблемой, которую можно и нужно решать для сохранения биоразнообразия водных объектов и запасов данных видов раков.

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 на Северо-Западе России 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 [14]. Существующие за границей технологии и правильные подходы к искусственному воспроизводству дают понять, что эти методы вполне применимы и у нас в стране.

Заключение

Раки рода *Astacus* имеют важное значение как в промышленном вылове, так и любительского рыболовства. На данном этапе в России этим видам уделено не достаточно внимания со стороны рыбохозяйственных организаций и экологических организаций, что привело к изложенным в работе последствиям.

Решение поставленных задач, позволило сделать следующие выводы:

1. Ареалы двух видов раков рода *Astacus* перекрываются, но наиболее распространен на Северо-Западе России – широкопалый рак, следовательно, он является более перспективным видом для расселения.

2. Исходя из изученных экологических условий обитания этих раков, температура является определяющим фактором в распространении именно широкопалого рака на территории Северо-Запада страны. Широкопалый рак более холодолюбив, по сравнению с длиннопалым, а климатические условия нашего региона более подходящие для него, что является причиной большего расселения широкопалого рака в водоёмах данной территории.

3. Исходя из нестабильной ситуации сырьевой базы водоёмов Северо-Запада, промышленное раководство в ближайшем будущем будет носить ограниченный характер. Промысловое освоение запасов будет возможно лишь на тех водоёмах, где численность раков достаточна и доступна для вылова, не нанося при этом ещё больший вред популяциям.

Биоресурсы ракообразных рода *Astacus* на Северо-Западе 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, стихийное, неорганизованное и неконтролируемого рыболовства [15].

Достаточно много нерешенных вопросов в организации промысла раков и охраной ракопромысла. На сегодняшний день тех мер, которые применяются для сохранения запасов и ограничения промысла не достаточно. Правила рыболовства, установленные запреты и ограничения не всегда соблюдаются, браконьерство продолжается.

4. Для поддержания и сохранения запасов раков рода *Astacus* Необходимо планомерное выполнение мероприятий по их искусственному разведению для увеличения числа особей, путём выпуска их молоди в естественные водоёмы. Искусственное воспроизводство раков на территории Северо-Запада страны ориентировано на товарное воспроизводство, что, собственно, не увеличивает запасы ракообразных в водных объектах, а в отдельных случаях может стать причиной очередной вспышки заболеваний особей из-за некачественной поставки молоди.

Для увеличения запасов и восстановления промысла раков рода *Astacus*. необходима разработка долгосрочной стратегии развития раколовства 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.

Список использованной литературы

1. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Statistics and Information Service FishStatJ: Universal software for fishery statistical time series, 2015.
2. 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.
3. Александрова Е.Н. Основные положения стратегии воспроизводства ресурсов российских речных раков. – Астрахань: ФГБОУ ВПО "Астраханский государственный технический университет", 2015. – сер. Рыбное хозяйство. – № 2. – С. 79-91.
4. Бродский С. Я. Речные раки // Фауна Украины. – Киев. Наук. Думка, 1981. – Т. 26. вып. 3. – 212 с.
5. 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.
6. Жизнь животных [Текст]: энциклопедическая монография / Я. А. Бирштейн. Б. В. Власов, М. С. Гиляров, Л. А. Зенкевич, А. В. Иванов, П. В. Маткин, З. А. Филатова; И. И. Акимов, 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.
7. Кеслер К.Ф. Русские речные раки // Тр. Рус. энтомол. о-ва, 1874. – Т. 9. вып. 4. – С. 232-240.
8. 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.

9. 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.
10. Красная книга Ленинградской области. Животные. Спб.: Папирус, 2018. – .560 с.
11. Лихарева Е.И. Возможности восстановления запасов речных раков в водоемах Ленинградской области [Текст]: сборник научных трудов ГосНИОРХ. – Вып. 300. – Л., 1989. – С. 11-23.
12. Макрушин А.В. Сырьевые запасы раков Северо-Западных районов РСФСР и возможности их увеличения. Фонды ГосНИОРХ. – 1969: 156.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. Сугоняева Л.А. Сравнение биологических особенностей *Astacus astacus* L и *Pacifastacus leniusculus* D, рекомендуемого для акклиматизации в

водоемах СССР. Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. Из-во. ГосНИОРХ, т.103. 1975: 259-261.

18. Харчук Ю.П. Разведение раков [Электронный ресурс]: Электронная книга. – Неоглори, 2007. – 60 с. – Режим доступа: http://www.ereading.club/bookreader.php/106271/Harchuk_Razvedenie_rakov.html, свободный.

19. Цукерзис Я. М. Метод количественного учета, разведение и охрана широкопалого рака. Уч. Зап. Вильнюсского учит. Ин-та. 1, - Вильнюс, 1959. – с. 143-163.

20. Цукерзис Я. М. Речные раки. – Вильнюс, 1989. – 144с.

21. 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: Медиаполис, 2007. – 118 с.