

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московская государственная академия
ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»**

С.Л. Нестерчук, В.А. Остапенко, М.В. Новиков

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ЭКОЛОГО-
ПАРАЗИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
АКВАКУЛЬТУРЫ**

Учебное пособие

Москва – 2022

УДК 639.3.591.5 (076)

БИК 47.222.я7

Нестерчук С.Л., Остапенко В.А., Новиков М.В. Технологические основы и эколого-паразитарные проблемы аквакультуры: учебное пособие. – М.: Изд-во «Сельскохозяйственные технологии», 2022, 141 с. Илл.

Пособие знакомит с современным состоянием аквакультуры в мире и в России; ее важностью, как одной из наиболее развивающихся отраслей сельского хозяйства, для обеспечения населения планеты продуктами продовольствия животного происхождения. Аквакультура сейчас уже достаточно сложная отрасль, в арсенале которой много различных технологий выращивания животных – объектов аквакультуры, как экстенсивных, так и интенсивных. К экстенсивным технологиям относят разведение животных в прудовых хозяйствах и в хозяйствах, использующих искусственные бассейны, включая фермерские бизнес-проекты, технологии садкового разведения в прибрежных акваториях как морских, так и пресноводных озер, и пойм рек, системы проточного разведения на реках, к высоко технологичным интенсивным технологиям относят СОВ – системы оборотного водоснабжения и УЗВ – установки замкнутого водоснабжения. Рассчитано на слушателей бакалавриата, магистратуры и курсов повышения квалификации, а также на любителей аквакультуры, экологов и технологов переработки продуктов животного происхождения. Табл. 6, илл. 87, библи. 29.

ISBN 978-5-86341-490-4

Дизайнер обложки: **Т.Н. Калмыкова**

Допущено Федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 36.00.00 Ветеринария и зоотехния в качестве учебного пособия для межвузовского использования в образовательных организациях, реализующих программы высшего образования по направлениям подготовки 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза (уровень бакалавриата) и 36.03.02 Зоотехния (уровень бакалавриата)

Рецензенты: Академик РАЕН, заслуженный эколог РФ, проф., д.б.н. **Каледин А.П.** (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева); Академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, проф., д.с/х.н. **Балакирев Н.А.** (МГАВМиБ-МВА им. К.И. Скрябина)

© Нестерчук С.Л., Остапенко В.А., Новиков М.В., 2022

© ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», 2022

Оглавление

Введение	4
Глава 1. Современное состояние аквакультуры в мире и в России, основные технологии выращивания животных в аквакультуре	6
Глава 2. Водные животные – объекты аквакультуры в России и мире	18
2.1. Позвоночные	19
2.2. Беспозвоночные	46
Глава 3. Декоративные и экзотические виды в аквариумах	71
Глава 4. Основные паразитарно-экологические проблемы Аквакультуры	78
Глава 5. Основные паразиты и возбудители заболеваний животных – объектов аквакультуры	84
5.1. Болезни рыб	84
5.2. Болезни беспозвоночных	90
5.2.1. Болезни культивируемых моллюсков	91
5.2.2. Болезни культивируемых ракообразных	96
Глава 6. Основные требования к экологическим условиям содержания животных, являющихся объектами аквакультуры	104
Глава 7. Влияние хозяйственной деятельности акваферм на экологические показатели прилегающих наземных и водных территорий	115
Глава 8. Природоохранные направления в деятельности учреждений, владеющих технологиями аквакультур	124
Глава 9. Ветеринарный контроль качества конечной продукции, требования к ее транспортировке и хранению	126
Заключение	135
Словарь терминов	137
Рекомендуемая литература	138

ВВЕДЕНИЕ

Аквакультура – это вид хозяйственной деятельности по разведению, содержанию и выращиванию рыб и других водных животных и растений, а также водорослей, осуществляемый под полным или частичным контролем человека, с целью пополнения промысловых запасов водных биоресурсов и получения товарной продукции.

По задачам, форме и содержанию аквакультура является полной альтернативой промышленному рыболовству. Лежащее в ее основе товарное выращивание животных и растительных гидробионтов представляет собой органичную составную часть сельскохозяйственного производства продуктов питания, кормов для животных, а также сырья для пищевой, медицинской, фармацевтической, парфюмерной и других видов промышленности.

Задача данного учебного пособия познакомить читателей с современным состоянием аквакультуры в мире и в России; ее важностью, как одной из наиболее развивающихся отраслей сельского хозяйства, для обеспечения населения планеты продуктами продовольствия животного происхождения. Аквакультура сейчас уже достаточно сложная отрасль, в арсенале которой много различных технологий выращивания животных – объектов аквакультуры, как экстенсивных, так и интенсивных. К экстенсивным технологиям относят разведение животных в прудовых хозяйствах и в хозяйствах, использующих искусственные бассейны, включая фермерские бизнес-проекты, технологии садкового разведения в прибрежных акваториях как морских, так и пресноводных озер, и пойм рек, системы проточного разведения на реках, к высоко технологичным интенсивным технологиям относят СОВ – системы оборотного водоснабжения и УЗВ – установки замкнутого водоснабжения.

Большое внимание уделяется изучению основных животных – объектов аквакультуры, как позвоночных, так и беспозвоночных; их биологии, экологии и особенностей разведения на аквафермах различного типа. В настоящее время генетики и селекционеры активно работают над созданием пород не только рыб, но и беспозвоночных, устойчивых к инфекционным, прежде всего вирусным заболеваниям.

Проблема заболеваний решается не только генетическими методами, но и развитием таких современных технологий, при которых можно было бы минимизировать занос возбудителей из дикой природы, или от человека и домашних животных, так как паразитарные и инфекционные заболевания могут принести существенный экономический вред при разведении животных. Учитывая, что в большинстве высших учебных заведениях зоотехнического и ветеринарного направления и специализации, болезням рыб уделяется

традиционно большое внимание, мы в данном учебном пособии добавили и болезни беспозвоночных животных – объектов аквакультуры.

Добиться успеха в предприятиях аквакультуры любой технологии невозможно без изучения основных экологических факторов, влияющих на успешность разведения животных в условиях аквакультуры полного и товарного циклов, а также методов и подходов к минимизации вредного воздействия предприятий аквакультуры на экологию прилегающих территорий согласно требованиям экологического менеджмента и ветеринарной безопасности. К сожалению, в настоящее время предприятия аквакультуры не являются экологически безопасными для прилегающих экосистем, поэтому минимизация негативного воздействия аквакультуры на экосистемы является первостепенной задачей наряду с повышением рентабельности производства продукции.

Вопросы экологической безопасности как самого предприятия аквакультуры, так и прилегающих территорий тесно связаны с проблемами ветеринарной безопасности конечной продукции для потребителя, поэтому в настоящее время рассматриваются в едином комплексе.

Состояние мирового рыбного хозяйства показывает, что в развитых странах происходит замещение потребления выловленной рыбы и морепродуктов продукцией аквакультуры. В ведущих рыболовных странах она признана одним из основных факторов, улучшающих состояние экономики, обеспечения продовольственной независимости страны, насыщения внутреннего рынка, повышение занятости населения, увеличения экспортных поступлений. Почти половина потребляемого человечеством объема рыбопродуктов приходится на выращенных в специальных хозяйствах водных биоресурсах, а не на выловленных в естественных условиях.

Главная цель развития аквакультуры России — надежное обеспечение населения страны широким ассортиментом рыбопродукции отечественной аквакультуры по ценам, доступным для населения с различным уровнем доходов.

Настоящее учебное пособие рассчитано на слушателей бакалавриата, магистратуры и курсов повышения квалификации сельскохозяйственных вузов, а также на любителей аквакультуры, экологов и технологов переработки продуктов животного происхождения.



Глава 1. Современное состояние аквакультуры в мире и в России, основные технологии выращивания животных в аквакультуре

Возрастающее внимание жителей планеты и россиян к проблемам здорового питания, в котором рыба и морепродукты признаются более приемлемым источником животного белка в рационе, приводит к увеличению потребления продуктов животного происхождения полученных из водной среды. В то время как на добычу продукции водных ресурсов вводятся квоты, дабы не допустить их резкого обеднения, которое обусловлено не только выловом, но и загрязнением окружающей среды, альтернативным источником морепродуктов и рыбы является в настоящее время аквакультура, подобно тому как много столетий назад животноводство заменило охоту для обеспечения человечества животным белком.

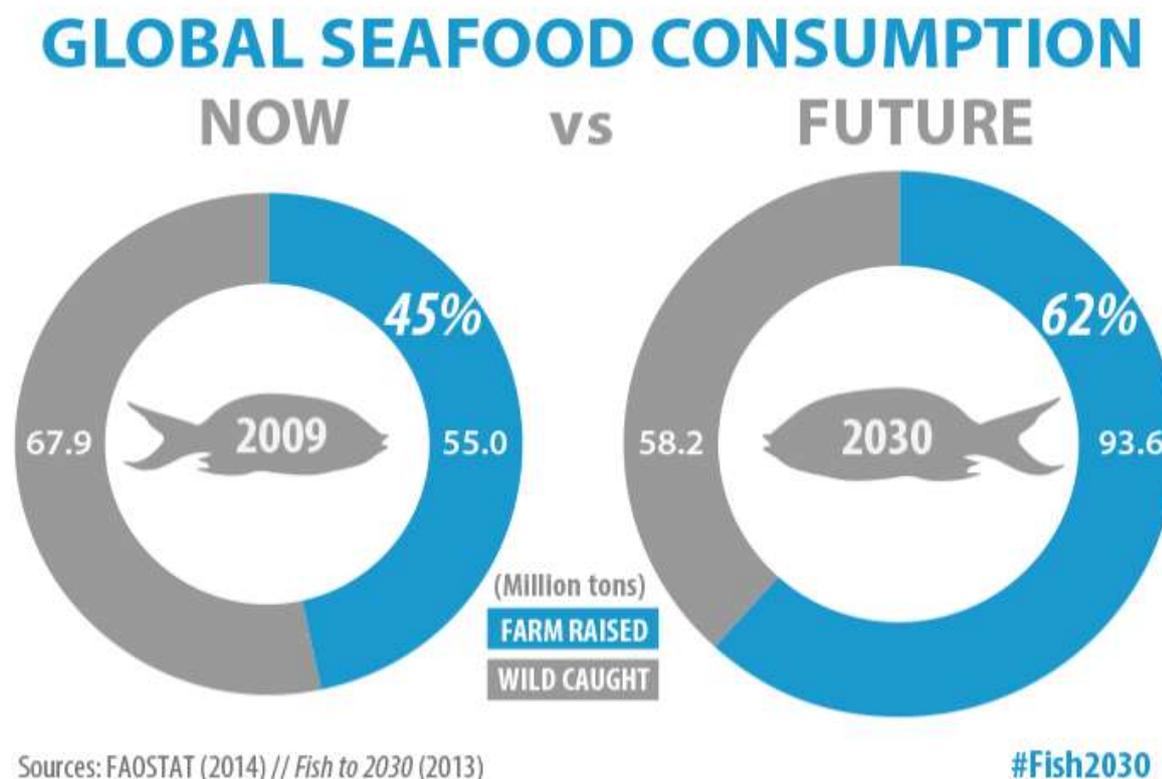


Рис. 1. Мировое потребление морепродуктов к 2030 году: Аквакультура (синий цвет) против вылова (серый цвет) (<https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/feature/2014/02/05/raising-more-fish-to-meet-rising-demand.print>)

Ввиду необходимости обеспечения мирового населения качественной и здоровой рыбной продукцией, и морепродуктами, аквакультура, которая уже сейчас является одним из наиболее быстроразвивающихся сельскохозяйственно-продовольственных секторов, имеет большой потенциал к будущему развитию

(рис. 1). Мировые промысловые уловы рыбы достигли своего пика в 2006 г. на уровне около 90 миллионов тонн, тогда как производство аквакультурной продукции по-прежнему растет со скоростью около шести процентов в год, при мировом объеме производства почти 52 миллиона тонн.

Повышенное внимание к устойчивости, потребительскому спросу, продовольственной безопасности и экономической эффективности в аквакультурном производстве требует постоянного развития новых производственных технологий. Аквакультура сейчас уже достаточно сложная отрасль, в арсенале которой много различных технологий выращивания животных – объектов аквакультуры, как экстенсивных, так и интенсивных. К экстенсивным технологиям относят разведение животных в прудовых хозяйствах и в хозяйствах, использующих искусственные бассейны, включая фермерские бизнес-проекты, технологии садкового разведения в прибрежных акваториях как морских, так и пресноводных озер, и пойм рек, системы проточного разведения на реках. К высоко технологичным интенсивным технологиям относят СОВ – системы оборотного водоснабжения и УЗВ – установки замкнутого водоснабжения.



Рис. 2. Креветочная ферма в Японии (*no <https://kubanmakler.ru/FRANCE-KUBAN/Oborudovanie-dlya-vyirashhivaniya-krevetki.htm>*)

Как правило, аквакультура негативно влияет на окружающую среду, но современные методы рециркуляции воды значительно снижают данное экологическое воздействие по сравнению с традиционными способами рыбоводства и культивирования беспозвоночных (рис. 2). Таким образом, современные технологии аквакультуры, как например, установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), имеют два непосредственных преимущества: экономическую эффективность и меньшее негативное влияние на окружающую среду (рис. 3).

Строгие экологические ограничения, направленные на минимизацию загрязнений от рыбоводных заводов и аквакультурных хозяйств в странах Северной Европы, послужили стимулом к быстрому технологическому развитию установок замкнутого водоснабжения (УЗВ).

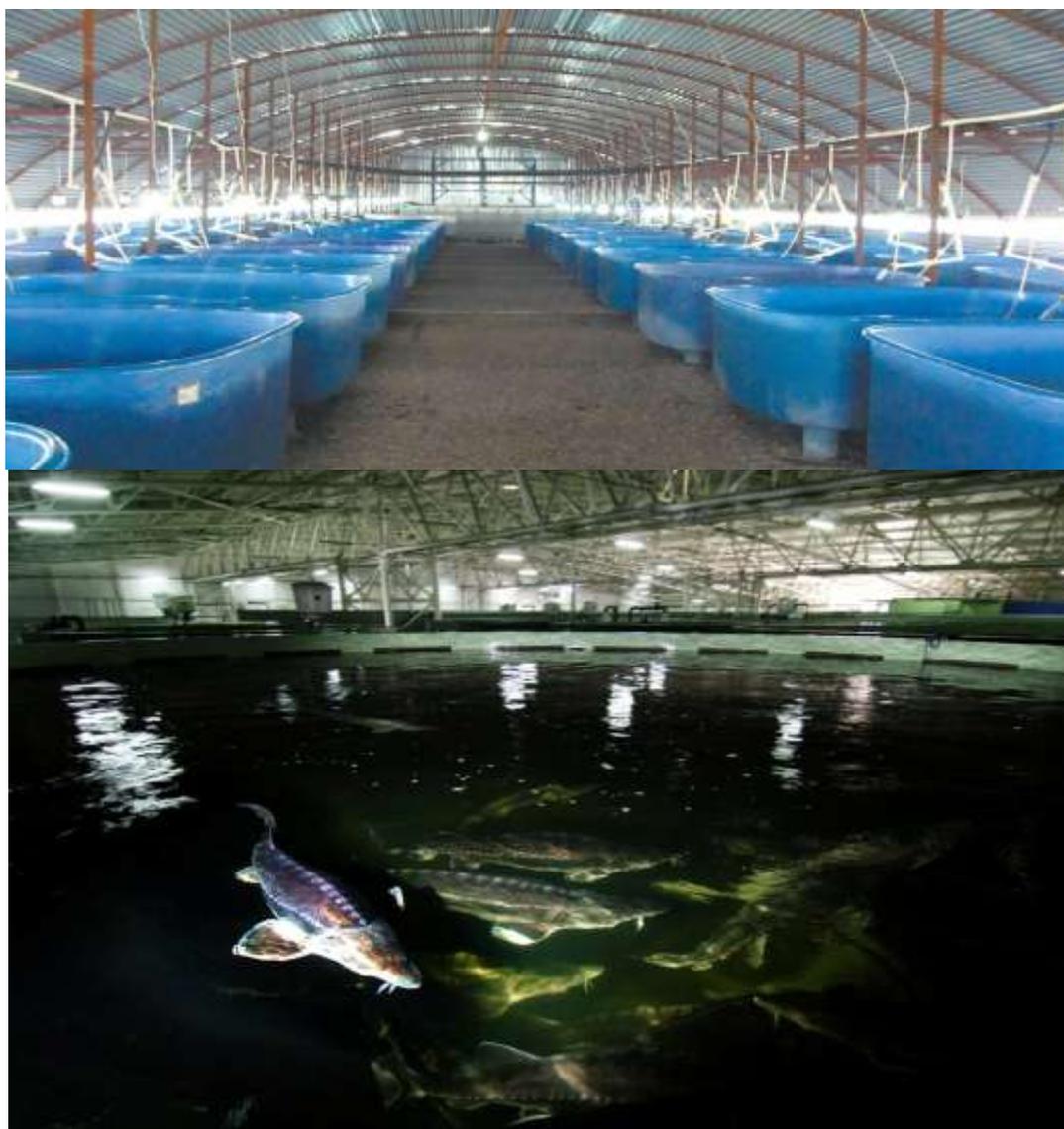


Рис. 3. Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) для выращивания осетровых рыб
(no <http://narodidag.tmweb.ru/vipusk/65/fotogallery/ekologiya/>)

Морские УЗВ – это установки замкнутого водообеспечения (рис. 4) для разведения определенных видов гидробионтов, в цикле которых используется вода с содержанием основных микроэлементов напоминающих по химическому составу морскую воду с регулируемым уровнем промилле от 14 до 37 (или единиц PSU).

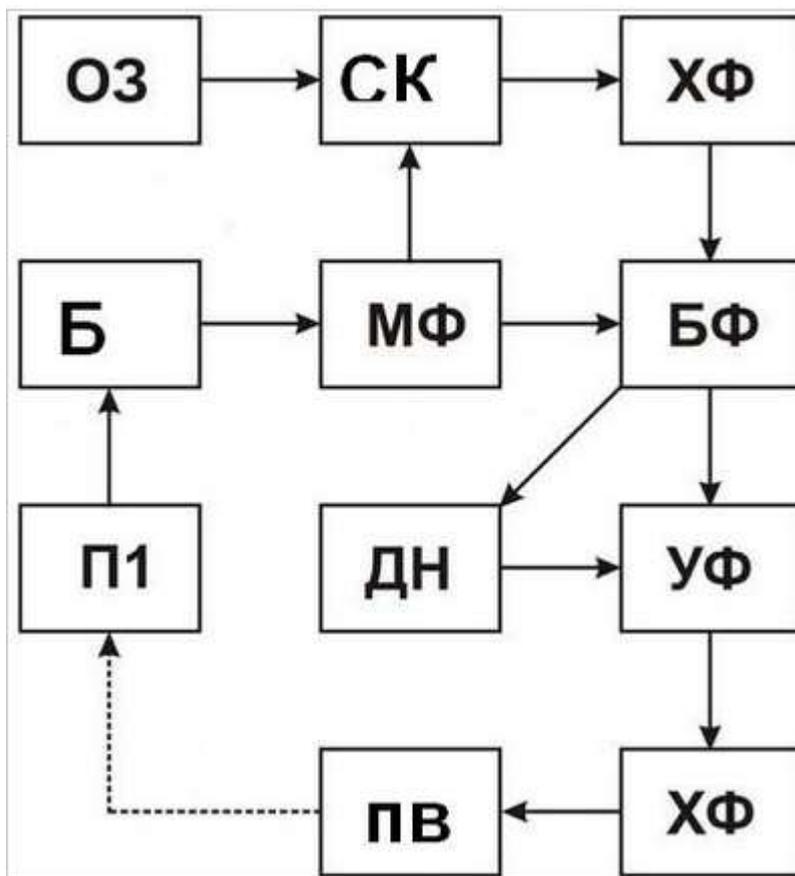


Рис. 4. Схема устройства установки замкнутого водообеспечения
(no <https://delvaneo.ru/aquaculture/marine-carp/dorada.html>)

Блок схема УЗВ:

- Б - емкости для содержания гидробионтов;
- МФ - механический фильтр; БФ - биологический фильтр,
- ХФ - химический фильтр;
- ПК - скимер (пеноотделительная колонка);
- ДН – денитрификатор;
- ОЗ – озонатор;
- УФ - ультрафиолетовый стерилизатор;
- ПВ - подогреватель воды;
- П1 - подающая помпа.

Основной принцип работы данной схемы УЗВ заключается в поэтапном прохождении воды через систему специальной очистки. Первоначально поток воды попадает в механический фильтр, в котором вода проходит тщательную очистку от больших частиц (песок, фрагменты водорослей и так далее)

диаметром от 30 мкм, затем 70% водной массы поступает в биофильтр где происходит её вторичная очистка от патогенных микроорганизмов, а 30% отбирается для очистки от белковых соединений в пеноотделительной колонке в которой применяется озон O_3 . Пройдя очистку вода попадает в биофильтр. Далее часть воды поступает в денитрификатор, где вступают в работу бактерии анаэробного вида, которые перерабатывают приобретенный нитрит в нитрат. После этого вода из биофильтра и денитрификатора попадает в ультрафиолетовый стерилизатор, где происходит обеззараживание воды. Пройдя химическую очистку в фильтре с активированным углем, вода поступает в систему обогащения водной смеси кислородом. В последующем очищенная и приготовленная вода распределяется по емкостям, в которых присутствуют гидробионты (рыба, моллюски, ракообразные и т.д.).

К установкам российского производства, обеспечивающим ускоренный рост гидробионтов, относятся так называемые «замкнутые установки» или же «установки закрытого водоснабжения» (УЗВ) произведенные на базе исследований И.В. Проскуренко и фирмы «Аква Лого инжиниринг» (рис. 5). Они позволяют в несколько раз уменьшить время выкармливания морских рыб до товарной кондиции, в сотни раз сократить расходы земельной площади на создание рыбоводного хозяйства, свести до минимального количества расход воды и опасность заболевания культивируемых видов. Перемещение воды в УЗВ поддерживается насосами, содержание кислорода и нежелательных веществ контролируется датчиками, присоединенными к компьютеру. На случай отключения электроэнергии учтена аварийная дизельэлектростанция.

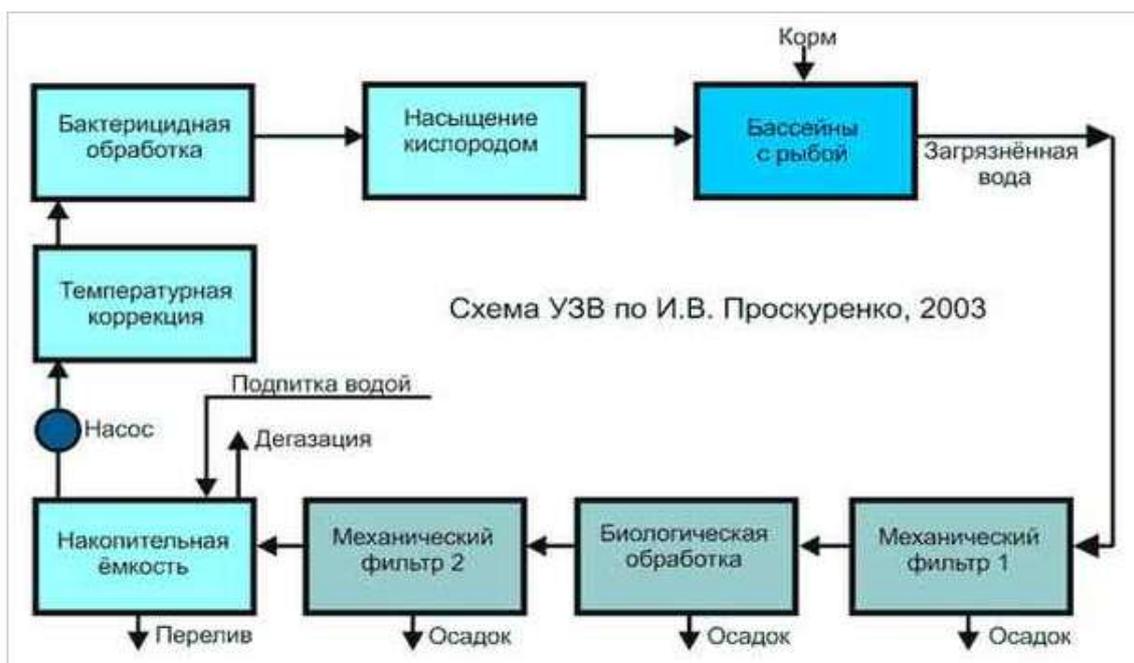


Рис. 5. Схема работы УЗВ по И.В. Проскуренко (2003)

Продукцией отечественных УЗВ, как показала практика, может быть товарная рыба морского (в том числе дорада и сибас) или пресноводного происхождения, для конечного потребителя и/или рыбопосадочный материал для других хозяйств, в том числе не тепловодных. УЗВ могут значительно сокращать процесс выращивания товарной продукции в прудовых хозяйствах, обеспечивая их качественным крупным молодняком.

Кроме того, рециркуляция воды обеспечивает более высокое и стабильное производство продукции аквакультуры с меньшим риском возникновения болезней, а также лучшие возможности для контроля параметров, влияющих на рост в инкубационных цехах. Развитие данных технологий находится в полном соответствии с принципами Кодекса ведения ответственного рыболовства ФАО и должно развиваться.

Современные технологии рециркуляции воды также подразумевают, что более нет необходимости в размещении предприятий аквакультуры в нетронутых районах возле рек или морей. Теперь они могут строиться почти в любом месте, где имеется – намного меньший, чем прежде – источник чистой, не содержащей патогенов воды.



Рис. 6. Ферма по выращиванию устриц и жемчужниц, в том числе для производства жемчуга (*no <https://danetnawerno.com/18-otwetow-na-nashi-woprosi/>*)

В последние годы наблюдается бурное развитие аквакультуры, прежде всего классического производства рыбы, но мы наблюдаем и расширение круга культивируемых животных, среди которых все большее значение приобретают беспозвоночные (рис. 6).

По сравнению с другими сельскохозяйственными животными, рыбы и беспозвоночные отличаются большим разнообразием и многие их виды являются объектами аквакультуры. Если сопоставить рынок свиней, крупного рогатого скота или кур с рынком рыб и беспозвоночных в аквакультуре, первые являются менее разнообразными. Потребители не ищут различные виды свиней, крупного рогатого скота или цыплят, они только просят куски из различных частей тела или различного размера. Но если речь идёт о рыбе или беспозвоночных, разновидностей очень много, и потребители привыкли иметь широкий выбор, вследствие чего многие виды представляют интерес для аквакультуры.

За последнее десятилетие в аквакультуру было внедрено несколько сотен видов и скорость их одомашнивания в сто раз выше, чем скорость одомашнивания растений или животных на суше (табл. 1). Однако, если посмотреть на объемы мирового производства искусственно выращиваемой рыбы или беспозвоночных, картина не способствует многовидовому производству. Мы видим, например, в рыбоводстве, что карповые (речь идёт примерно о 5 видах) являются одной из преобладающих групп. Далее следуют лосось и форель — это только два вида. Всё остальное производство — примерно десять видов. Такая же картина и с видами культивируемых беспозвоночных. Поэтому нужно понимать, что, хотя существует значительное количество пригодных для выращивания видов, только небольшая их часть достигает настоящего успеха на мировом уровне. Однако это не означает, что внедрение в аквакультуру всех новых видов является неудачным. Просто надо понимать, что объемы мирового производства новых видов ограничены и что успехи или неудачи в выращивании данных видов в значительной мере зависят от рыночных условий. Производство небольших объемов престижных видов рыб или беспозвоночных, например, омаров или трепангов, может быть вполне доходным, поскольку они продаются по высокой цене.

Быть первым и единственным производителем нового объекта аквакультуры на рынке может стать очень прибыльным. С другой стороны, это также является рискованным делом, с высокой долей неопределенности, как в производстве, так и в развитии рынка.

Таблица 1. Различные виды рыб, выращиваемые в аквакультуре, с замечаниями об их актуальном статусе производства и на рынке
(no <https://agro365.ru/uzv.html/vidyi-ryib-godnyie-k-vyirashhivaniyu-v-uzv>)

<p>Атлантический лосось</p> 	<p>Легко выращивается. Успешное выращивание молодого лосося в УЗВ. Выращивание крупного лосося в УЗВ может стать успешным в будущем.</p>	<p>На мировом рынке преобладают норвежские производители.</p>
<p>Радужная форель</p> 	<p>Легко выращивается. Широко используются УЗВ, от подращивания мальков до выращивания порционной рыбы.</p>	<p>Жесткая конкуренция, часто основанная на местных рыночных условиях.</p>
<p>Судак</p> 	<p>Трудно выращивается. Проблемный личиночный этап, относительно простой нагул.</p>	<p>Неплохие цены. По мере снижения природных запасов ожидается увеличение спроса.</p>
<p>Осетровые</p> 	<p>Легко выращиваются. Требуют опыта в области подращивания личинок и получения пищевой икры.</p>	<p>Хорошие рыночные условия для мяса и икры.</p>
<p>Угорь</p> 	<p>Успешный объект рыбоводства в УЗВ. Воспроизводство невозможно. Необходимо ловить молодь в природе.</p>	<p>Ограниченный рынок с непостоянным уровнем цен.</p>
<p>Баррамунди</p> 	<p>Требует знаний в области подращивания личинок. Нагул относительно простой.</p>	<p>Реализуется, главным образом, на местных рынках по неплохой цене.</p>
<p>Груперы</p> 	<p>Требуют знаний в области подращивания личинок. Нагул относительно простой.</p>	<p>Реализуется, главным образом, на местных рынках по хорошей цене.</p>
<p>Сибас и дорада</p> 	<p>Требуют опыта на личиночных стадиях. Хорошо растут в УЗВ.</p>	<p>Сложные рыночные условия.</p>
<p>Тюрбо</p> 	<p>Требует опыта в области подращивания личинок. Очень хорошо растет в УЗВ</p>	<p>Неплохие рыночные цены, зависящие от местных рыночных условий.</p>
<p>Морской язык</p> 	<p>Новый объект аквакультуры с еще не полностью разработанной технологией. Различные препятствия.</p>	<p>Высокие цены.</p>
<p>Треска</p> 	<p>Успешное подращивание мальков в УЗВ. Нагул крупной трески требует дальнейших разработок.</p>	<p>Цены колеблются и все еще зависят от природных уловов.</p>

Появляются не только новые виды животных в аквакультуре, но и новые технологии аквакультуры – например, поливидовые аквакультуры, когда выращиваются одновременно или последовательно различные виды – объекты аквакультуры, потребляющие элементы биологического загрязнения, прежде всего азота и фосфора, выделяемого рыбами.

Органическая аквакультура

Аквакультура в России дает пока только 5–6% от всего производства рыбы и морепродуктов, но растет очень быстро. При этом одним из самых

перспективных направлений может стать **органическое рыбоводство**: в мире это направление бьет все рекорды (рост на 20% в год), а в России пока почти отсутствует. Но интерес к нему уже появился, поскольку начинают внедряться сертификации отечественной продукции аквакультуры по стандарту органического производства.

До сих пор в России нет сертифицированных производителей органической аквакультуры, но с учетом природных особенностей страны и высокого экспортного потенциала такой продукции у «органики» хорошие перспективы. Экологическая сертификация хорошо зарекомендовала себя в рыболовстве. И хотя ее механизм отличается, но он ясно показывает: подтвержденная чистота и экологичность продукции помогают повысить ее конкурентоспособность, в том числе на международном рынке. Ведь ряд действующих хозяйств в России при дополнительной подготовке уже сейчас способен соответствовать стандартам органического производства.

Органическая аквакультура – это выращивание рыбы, ракообразных, моллюсков, а также водорослей без применения агрохимикатов, стимуляторов роста, гормональных препаратов, антибиотиков и генетически модифицированных организмов. Основные принципы такого производства утверждены в РФ законом об органической продукции, который вступил в силу в 2020 году. Производитель органической продукции получает российский знак «Органик», но для этого ему необходимо пройти добровольную сертификацию. Ее критерии определены ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации». Сейчас существует 11 российских сертифицирующих органов, которые проводят сертификацию по этому стандарту. Спрос на органическую аквакультуру, как и на другую органическую продукцию, растет. В Роскачество за последнее время поступило несколько заявок на сертификацию органической аквакультуры.

К настоящему времени в России необходимая инфраструктура рынка органической аквакультуры создана: есть эксперты, сформулированы требования к органическому производству аквакультуры. Просматривается и спрос со стороны населения.

По данным Швейцарского института органического сельского хозяйства (FiBL), в мире насчитывается более тысячи производителей органической аквакультуры, в том числе 500 – в странах Европы и 200 – в Китае. Кроме того, свыше 400 предприятий такого профиля действуют в Южной Америке, но не все входят в статистику FiBL. Для сравнения: все органическое сельхозпроизводство в мире – это более 3 млн предприятий. Первый объект органической аквакультуры – карп, был сертифицирован только в 1995 году, когда появился первый стандарт *Naturland*. Сейчас, после принятия основных регламентов в

Европе и Азии, производство органической аквакультуры увеличивается на 8–10% в год, а в Китае – на 16% в год. По итогам 2020 года общий рост органической аквакультуры превысил 20%. В целом, объем производства органической аквакультуры достиг 700 тыс. тонн в год: 60% приходится на водоросли, затем идут моллюски, далее – атлантический лосось, форель, осетровые и другая рыба. При этом единого законодательства в сфере органической аквакультуры в мире пока еще не существует. В качестве международного чаще всего используют требования европейского регламента. Но Китай, например, работает по своему национальному стандарту, который имеет отличия от европейского.



Рис. 7. Рост органической аквакультуры в России и мире
(no http://techsa.ulcraft.com/blog/vidy_blogov_)

Тот факт, что в России только сейчас рыбоводы стали присматриваться к органической сертификации, связан во многом с тем, что «органика» в России в целом относительно молодое направление бизнеса. Но становление этого сектора – вопрос времени. Во всем мире органическая аквакультура активно развивается, так как спрос на здоровое питание остается важным трендом. Кроме того, Россия обладает большим природным потенциалом для развития органического производства. Да и сама аквакультура, стоит напомнить, свой профильный закон получила в России только в 2014 году. А уже к 2020 году объем производства в этой сфере удвоился и достиг 330 тыс. тонн.

Действительно, органическая аквакультура – крайне перспективная рыночная ниша, и в России есть предприятия, которые могут стать примером такого производства, хотя они еще и не прошли сертификацию (рис. 7). В

качестве примера приведем опыт Астраханского рыбоводного комплекса «Шараповский», который использует биотехнологию на основе попеременного выращивания рыбы и арбузов, что позволяет без использования химии получать высокие показатели урожайности.

Другое дело, что при всей перспективности ведение органического производства, в том числе и аквакультурного, недешево: стоимость кормов дороже на 35–40% по сравнению с обычными, соблюдение органических стандартов требует дополнительных вложений в системы очистки воды и т. д. Дополнительных затрат требует сам процесс сертификации и подготовка к ней. Стоимость сертификации в России составляет в среднем 150 тыс. рублей. Однако на российском рынке спрос на органическую продукцию продолжает расти. С точки зрения потребителя, это запрос на безопасность, экологичность и здоровье. По данным профильного союза, объем рынка «органики» в России составляет в настоящее время 192 млн евро, причем 80% от этой цифры – зарубежная продукция, и только 20% – российская. Что касается перспектив российского рынка (не считая экспорта), то его потенциал к 2030 году эксперты оценивают цифрой до 5 млрд евро. Чтобы выйти на эти мощности, уже сегодня нужны меры по развитию органического производства. Дело в том, что ограничительная «зеленая стратегия» ЕС, связанная с обложением пошлинами товаров в зависимости от углеродного следа (речь о «Зеленой сделке», *The European Green Deal*, принятой в 2019 году с целью достижения «углеродной нейтральности» к 2050 году), распространена не только на промышленные, но и на сельскохозяйственные товары. В этом смысле органическое производство как нельзя лучше соответствует условиям «Зеленой сделки». В перспективе экспорт в ЕС органической продукции может стать более выгодным, чем экспорт продукции неорганической, которая будет обложена более высокими пошлинами.

И еще один фактор роста спроса на органическую продукцию – молодое поколение с его запросами на натуральную еду и ЗОЖ (Здоровый образ жизни). А чья эта продукция будет, российская или импортная, зависит от того, получит ли сейчас новая отрасль необходимую для развития помощь или нет. Потеряв время, потом будет сложно тягаться с импортом (рис. 8).

Как же пройти экологическую сертификацию? Производителю, необходимо изучить нормативную базу, прежде всего профильный ГОСТ (государственный стандарт). Далее – провести самообследование на предмет внедрения его на всей технологической цепочке, а затем обратиться в аккредитованный орган по сертификации. Собрать полный перечень документации, принять аудит экспертов с отбором проб на производстве и дождаться результатов исследования лаборатории и заключения органа по

сертификации. Исходя из требований ГОСТа, предприятиям стоит обратить внимание на чистоту воды, а также на чистоту всей территории предприятия. Для объектов аквакультуры необходимо минимизировать стресс. А растительные и животные компоненты кормов должны быть органического производства. Важная деталь: российское законодательство пока не эквивалентно европейскому, поэтому сертификаты РФ не признаются за рубежом. Однако, уже начался процесс согласования проекта обновленного профильного ГОСТа с международной системой COROS, созданной Международной федерацией движения за органическое сельское хозяйство (IFOAM). После гармонизации стандартов, экспортноориентированные производители смогут проходить сертификацию в России и поставлять свою продукцию за рубеж без дополнительных административных барьеров.



Рис. 8. Органическое рыбоводство в Японии
(no <https://japict.com/Nature/A-Short-History-Of-Aquaculture-Innovation-Hakai-Magazine-2755156/>)

Глава 2. Водные животные – объекты аквакультуры в России и мире

В промышленных масштабах в мире культивируются более 100 видов рыб, речные раки, крабы, креветки, моллюски, морские водоросли (рис. 9). Водные позвоночные наиболее широко культивируются в настоящее время, и прежде всего рыбы, в основном пресноводные (каarp, карась, толстолобик, белый амур, осетровые, форель, клариевые сомы, тилапии и др.), а также проходные (семга, тихоокеанские лососи и др.) и морские (дорада, сибас и др.).



Рис. 9. Основные виды рыб, наиболее широко используемые в аквакультуре (*no <https://za.pinterest.com/pin/609745237033238617/>*)

2.1. ПОЗВОНОЧНЫЕ

Список видов рыб, выращиваемых в аквакультуре, сегодня превышает 100 видов, среди них наиболее массовыми в разведении являются виды рыб, относящиеся в 3 основным биологическим группам, различающиеся по двум экологическим факторам среды обитания – температуре и солености воды: 1) пресноводные теплолюбивые рыбы – бесспорным лидером в группе является карп, 2) пресноводные холодолюбивые рыбы – бесспорным лидером в группе является радужная форель, 3) морские и проходные (анадромные) рыбы, выращиваемые в садках прибрежной зоны морей и океанов – бесспорным лидером в группе являются атлантические лососи. Конечно, в отдельных регионах земного шара в рыбопроизводстве могут играть большую роль и другие виды рыб, например, в Африке – это *нильская тилапия* (рис. 10), а в странах южной Европы – дорада и сибас.



Рис. 10. Нильская тилапия (*Oreochromis niloticus*)
(no <https://agro-matik.ru/press/news-apk/kitaj-otkryl-rynok-dlya-brazilskoj-tilapii/>)

В России рыбоводство развивается преимущественно в двух направлениях: 1) выращивание холодолюбивых рыб (радужная форель и ее

аналоги, сиги и др.) в садках, установленных в водоемах с естественной температурой воды (озера, водохранилища, каналы и др.); 2) выращивание теплолюбивых рыб в садках, бассейнах, лотках при проточной схеме водоснабжения, или оборотных и замкнутых системах с использованием теплых вод. В последние годы все большее развитие получает культивирование осетровых рыб, не только для получения товарной продукции и икры, но и с целью реинтродукции рыб в естественные места обитания.

К основным объектам форелеводства (группа пресноводных холодолюбивых рыб) относят **радужную форель** (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) – рыба семейства лососевых (Salmonidae) отряда лососеобразных (Salmoniformes), известная также под множеством синонимичных названий, многие из которых были даны этому виду другими зоологами столетия назад: форель камлоопс (*Oncorhynchus kamloops* (Jordan, 1892)), стальноголовый лосось (*Salmo gairdnerii*, (Richardson, 1836)), лосось Кларка (*Parasalmo clarkii*), калифорнийская золотая форель (*Oncorhynchus mykiss aguabonita*, Jordan, 1893). Многие из этих названий в настоящее время закреплены за названиями подвидов одного вида – радужная форель. В результате гибридизации и селекционной работы появились разнообразные промышленные формы радужной форели, например, форель Дональдсона и др. Радужная форель, ее подвиды и гибридные формы являются наиболее популярными и широко распространенными объектами полноциклического культивирования. Полносистемное хозяйство с полным циклом культивирования включает в себя пруды всех категорий (маточные, нагульные, выростные), инкубационный цех и другие сооружения, позволяющие осуществлять в одном хозяйстве весь цикл производства — от икры до товарной продукции. Такие хозяйства располагают своим посадочным материалом.

Радужная форель получила свое название из-за радужной полосы, которая проходит вдоль тела у взрослых особей. В брачный период эта полоса и жаберная крышка особо ярко окрашены (рис. 11). На спине, по бокам, на хвостовом стебле и плавнике имеется много черных точек. В естественных водоемах радужная форель обитает при температуре 3-21°C. Нижняя летальная граница температуры 0°C, верхняя 23-27°C. Половая зрелость у самок наступает на 3-4-м году жизни, у самцов на год раньше. Нерест в естественных условиях проходит весной в апреле-мае при температуре 0,3-13°C, средняя плодовитость самок 3-4 тыс. икринок. Эмбрионально-личиночное развитие проходит наиболее благоприятно при температуре 5-13°C. Температурный оптимум радужной форели 14-18°C, при температуре воды ниже 4°C и выше 20°C интенсивность питания резко ослабевает. В зимний период форель активно питается и при температуре воды ниже 4°C. Радужная форель требовательна к содержанию в

воде кислорода. Оптимальная концентрация растворенного в воде кислорода 9-11 мг/л, что соответствует 90-100%-ному насыщению. Допустимо уменьшение содержания кислорода до 7 мг/л, но при более низком его содержании физиологические функции замедляются, особенно питание и рост. Летальная концентрация кислорода 1,5-2,5 мг/л.



Рис. 11. Радужная форель (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)
(no <https://krasivosti.pro/ryby/41347-ryba-raduzhnaja-forel.html>)

Радужная форель очень чувствительна к посторонним примесям и токсическим веществам в воде (медь, цинк, хлор, сероводород и др.). Тем не менее, она хорошо растет и развивается в условиях тепловодных хозяйств при использовании в качестве источника водоснабжения подогретой технологической воды электростанций. Радужная форель — пресноводная рыба, однако легко переносит значительную соленость воды. Отношение к солености меняется с возрастом, взрослая форель живет даже при солености 30-35‰. По образу жизни форель — сумеречная рыба, между 23 и 3 часами ее активность уменьшается.



Рис. 12. Форель камлоопс, или канадская форель в аквакультуре
(no <https://krasivosti.pro/ryby/13635-forel-kamloops.html>)

Форель камлоопс часто рассматривают как подвид радужной форели. В естественных условиях она населяет реки и озера Британской Колумбии (Канада), где растет гораздо быстрее других форм форели (рис. 12).

В европейских странах форель камлоопс начали культивировать в середине 60-х годов XX в. Форель камлоопс нерестится в возрасте 3-4 лет начиная с ноября, срок эксплуатации маточного стада около 8 лет. Отход икры за период инкубации при температуре воды 6°C не превышает 15%. В Германии форель камлоопс является важным объектом культивирования в хозяйствах различных типов. В целом ее доля составляет около 50% общего объема производства товарной продукции. Такое внимание к форели камлоопс связано с ее биологическими особенностями: созревает осенью в середине ноября, тогда как радужная форель — весной. Это позволяет комбинированно выращивать две формы форели в течение года. Доля созревающих самок в возрасте 2 лет при индивидуальной массе 550-700 г составляет 20%, что значительно ниже, чем у радужной форели (80%). Значительная часть самцов созревает на 3-м году жизни, а у самок в этом возрасте стерильность достигает 50%.

Икра у форели камлоопс мельче, чем у радужной форели, но плодовитость больше. При благоприятных условиях, особенно при использовании родниковой воды, мальки уже в конце февраля — начале марта весят 1 г, тем самым появляется возможность еще раз использовать рыбоводные емкости. При температуре воды ниже 6°C отмечаются значительная гибель эмбрионов и плохой темп роста. Сеголетки хорошо растут в зимний период при температуре воды выше 30°C. Оптимальная температура воды 13°C, летальная 24°C. Технология разведения и выращивания форели камлоопс, а также ее требования к параметрам среды почти такие же, как и для радужной форели. Форель камлоопс представляет собой благоприятный объект для двухлинейной гибридизации.

Гибриды радужной форели и форели камлоопс растут на 30% быстрее, чем исходные формы. Впервые икру форели камлоопс в количестве 2,5 млн шт. доставили в Россию из Германии в 1982 г. Сроки созревания и время нереста форели камлоопс зависят от температуры воды. При комбинированном методе выращивания с использованием теплых вод радужная форель и форель камлоопс созревают в возрасте 2 лет. В прудах форель камлоопс созревает в возрасте 3 лет, а нерест происходит в ноябре-декабре. Низкие температуры воды вызывают сдвиг и растянутость созревания. В связи с этим целесообразно для получения потомства от этих рыб выбирать водоемы, в которых температура воды в ноябре-декабре будет выше 5°C. Форель камлоопс отличается высоким темпом роста. В форелевых хозяйствах на юге России сеголетки достигают массы 80-90 г. Товарной массы (250 г) форель камлоопс достигает через 16 месяцев выращивания. Масса трехлетков составляет 2,5-3,0 кг, четырехлетков — 4 кг. Форель Дональдсона — продукт длительной селекционной работы, проведенной сотрудником Вашингтонского колледжа Л. Р. Дональдсоном. Работы были начаты в 1932 г. с радужной форелью, которая в 4 года весила 450-700 г, плодовитость составляла 500-1000 икринок. После 38 лет селекционной работы по 10 признакам порода, полученная Дональдсоном, отличалась высоким темпом роста, устойчивостью к высокой температуре воды и некоторым видам загрязнений. В результате селекции форель стала созревать в 2 года при массе 2-3 кг, средняя плодовитость составила 5-7 тыс. икринок. Трехлетки достигали в длину 67 см, их плодовитость варьировала от 5 до 12 тыс. икринок, т. е. в 6-10 раз больше, чем в природных условиях. Предельная температура, которую выдерживает форель Дональдсона, составляет 25°C. При 4-5°C крупные рыбы не питаются, а интенсивность питания мелких рыб снижается. Сбор икры форели начинается в январе-феврале и продолжается в течение марта-апреля. Длительность инкубации 50-60 суток. Масса форели на первом году жизни достигает 400-500 г, в возрасте 21 месяца — 4-5 кг. В 1982 г. в Россию из США

было завезено 150 тыс. икринок форели Дональдсона. В 1987 г. было выращено свыше 1 млн. сеголетков и реализовано 200 тонн товарной продукции. Для сохранения хозяйственно полезных качеств этой форели необходимо вести селекционно-племенную работу, совершенствовать технологию ее содержания и выращивания.

Калифорнийская золотая форель (*Oncorhynchus mykiss aguabonita*, Jordan, 1893) в Россию завезена в 1996 г. Этот подвид радужной форели отличается от всех радужных форелей яркой золотистой окраской, которая существенно зависит от места обитания (рис. 13). На первом году жизни преобладают серебристо-серые и лимонно-золотистые тона. Вдоль всего тела располагаются 8-14 коричневатато-серых поперечных пятен.



Рис. 13. Калифорнийская золотая форель (*Oncorhynchus mykiss aguabonita*, Jordan, 1893)
(no <http://ecs.engr.scu.edu/studentpages/Wilcox/AO2013/flyfishingpage.html>)

На спинной стороне тела отмечаются черные пятнышки, большей частью сосредоточенные в хвостовой части. Плавники полупрозрачные с белыми кончиками. Наиболее ярко окраска проявляется в нерестовый период. Окраска тела контролируется генетически и является полудоминантной. Калифорнийская золотая форель — эндемик верхнего бассейна р. Керн, речек, ручьев и озер альпийского плато Сьерры-Невады (штат Калифорния, США). Первая пересадка золотой форели в ближайшие водоемы осуществлена в 1876 г.: из ручья Малки в ручей Коттонвуд — 13 особей. В настоящее время расселена и обитает более чем в 300 озерах и многих ручьях протяженностью около 1,5 тыс. км в 13 округах 9

штатов США. В России ее культивируют в Кабардино-Балкарии, Хакасии и других регионах (рис. 14).



Рис. 14. Акваферма по выращиванию калифорнийской золотой форели, г. Сочи, Россия (*no <https://www.inpearls.ru/1584878>*)

Калифорнийская золотая форель — холодолюбивая рыба альпийских рек и озер, адаптированная к низким температурам воды, высокому содержанию растворенного кислорода. Оптимальная температура воды при искусственном выращивании 14-16°C. Может обитать при температуре 1-25°C. Нерест калифорнийской золотой форели в коренных местах обитания зависит от высоты местности над уровнем моря, суровости зимнего периода и температуры воды. В зависимости от гидрологического режима водоема она нерестится в марте-августе. Нерест начинается при 1,1°C, но основной проходит при 7,3°C. Максимальная нерестовая активность наблюдается в яркие солнечные дни при температуре воды 16-18°C. Зрелые самцы отмечаются уже при длине тела 10-13 см. Самки массой 300-700 г откладывают 320-1100 икринок, из которых половозрелого состояния достигает только 2 % потомства. Половозрелости золотая форель достигает на 3-4-м году жизни. Всего за весь период жизни (6-7 лет) нерестится 3 раза. Молодь золотой форели в естественных условиях растет

относительно быстро — 100 % прироста за декаду, но скорость роста в значительной степени зависит от состояния кормовой базы и температурного режима водоема. Обычно средняя масса встречаемых в природе рыб составляет 300-450 г. Максимальная масса озёрной рыбы достигала 4,95 кг при длине 71 см. В индустриальных условиях выращивания сеголетки могут достигать 50-70, годовики — 90-130, двухлетки – 300-700 г. В пищевом рационе золотой форели встречаются все виды водных и некоторые виды наземных насекомых, случайно попадающих в воду (муравьи, жуки, саранча, ручейники, веснянки и др.). В озерах она интенсивно потребляет зоопланктон, придающий красный цвет ее мясу. При культивировании в индустриальных условиях она активно потребляет тестообразные и гранулированные корма.

Помимо указанных форм форелей в Российских пресных и соленых водах Севера и Дальнего Востока обитают близкие родственники форели – кумжа (*Salmo trutta*) и микижа (*Oncorhynchus mykiss*), которые также смогут стать ценными объектами аквакультуры. Кумжа, в виде нескольких подвидов, также обитает в бассейне Каспийского и Черного морей. В европейских странах в культуре содержат европейского хариуса (*Thymallus thymallus*) – одну из красивейших рыб наших рек и ручьев.

Рыбы семейства лососевых (*Salmonidae*) в отряде лососеобразных (*Salmoniformes*) активно культивируются не только в пресных водах, но и в садках морских акваторий. Лидером в такой аквакультуре исторически является Норвегия и другие страны северной Европы. Природные условия Норвегии сыграли здесь свою решающую роль: очень большая изрезанность побережья и совсем небольшая туристическая или индустриальная нагрузка на него. Это дало возможность размещать садки практически в любом месте. Был период, когда 90% всей искусственно выращенной морской рыбы производилось в Норвегии (рис. 6).

Сёмга, или атлантический лосось (*Salmo salar*) является наиболее широко культивируемым видом лосося в мире (рис. 15).

Хотя в Чили, Канаде, некоторых других странах выращивают также тихоокеанских лососей: чавычу (*Oncorhynchus tshawytscha*), кижуча (*O. kisutch*), горбушу (*O. gorbuscha*) и кету (*O. keta*). Развитие этих анадромных лососевых рыб происходит в 2 этапа: развитие малька в пресноводном водоеме и интенсивное выращивание до товарной рыбы в садках с морской водой.

Проектом приказа Минприроды России атлантический лосось – *Salmo salar* (пресноводная форма) предложен к внесению в список объектов животного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации (по состоянию на 1 сентября 2016 г.).



Рис. 15. Атлантический лосось (*Salmo salar*) в садках акваферм Норвегии
(no <https://zen.yandex.kz/media/itodortv/semga-poslednee-korolevstvo-5e6e9dcfba5ea122b935629e>)

Вторым важнейшим направлением рыбоводства в России является выращивание теплолюбивых рыб в садках, бассейнах, лотках при прямоточной схеме водоснабжения или оборотных и замкнутых системах с использованием теплых вод. И здесь наибольшее значение имеет карп – одомашненная форма сазана.

Сазан (*Cyprinus carpio* L.), это исходная генетическая форма домашнего карпа. Он имеет широкое толстое сильное тело, весьма вкусное мясо, кожа покрыта крупной чешуёй (рис. 16). В основании каждой чешуйки имеется черное пятнышко. Спинной и анальный плавники имеют по одному жесткому зазубренному лучу, первый костный луч спинного плавника расположен немного ближе к хвосту, чем брюшные плавники. В углах рта и на верхней губе расположена пара усиков. Рот у сазана нижний, может вытягиваться в трубку (сазан – донная рыба), и с ее помощью он отыскивает в иле и поедает мотыля — личинок хирономид – комаров рода *Chironomus*, а также самую разную пищу: моллюсков, личинок насекомых, червей, ракообразных, семена растений, зерновые корма, крахмалосодержащие отходы, комбикорма. Этому способствует значительная протяженность кишечника, в 1,5-2 раза превышающая длину тела. Сазан, как и все карповые рыбы, не имеет зубов на челюстях, но у него есть три ряда выростов на глоточных костях, которые называются глоточными зубами, именно ими сазан способен перетирать даже

раковины моллюсков и грубую растительную пищу, которая в измельченном виде лучше переваривается кишечником.



Рис. 16. Сазан (*Cyprinus carpio*) – предок карпа
(no <https://volonter61.ru/raznoe/sazan-eto-sazan-polza-vred-i-kalorijnost-ryby.html>)

В природе сазан растет быстро и достигает массы 20 кг и более. Скорость роста сазана связана в основном с температурой воды и обеспеченностью пищей. При благоприятных условиях на первом году жизни он может достигать массы 300 г, на втором — 1 кг и более. Наиболее высокая интенсивность питания и скорость роста наблюдаются при температуре воды 16-29°C, если вода холоднее 3-4°C, то сазан перестает питаться. Сазан — неприхотливая рыба, обитающая как в пресной, так и в солоноватой воде, кроме того, он выдерживает кратковременное снижение концентрации растворенного в воде кислорода до 1 мг/л, хорошо зимует в прудах и устойчив к большинству болезней, встречающихся у карпа. Половая зрелость наступает в возрасте трех-пяти лет, самцы созревают на год раньше. Различия между самцами и самками малы, но перед нерестом у самцов появляется брачный наряд, жаберные крышки, а также чешуя становятся шершавыми на ощупь, самки сазана крупнее самцов одного возраста. Икра мелкая, желтая или светло-зеленая, плодовитость высокая, зависит от массы самки и условий обитания. Абсолютная плодовитость у крупных особей составляет от 500 тыс. до 1,5 млн икринок. Высокие вкусовые качества, неприхотливость к условиям выращивания, быстрый рост, яркая окраска (желтая, золотистая с красным оттенком, яркие плавники) предопределили выбор сазана в качестве основного объекта искусственного разведения еще много веков назад. На его основе была получена одомашненная форма сазана — карп с множеством генетических форм. Впервые карповодство

появилось в Китае и независимо от этого — в Европе. Исходной формой домашнего европейского карпа явился дунайский сазан.

Карп (*Cyprinus caprio var. dom.*). Это один из основных объектов разведения в рыбоводных хозяйствах России и Европы (рис. 17). В настоящее время на его долю в отечественном рыбоводстве приходится около 30-50% всей выращиваемой продукции (до 1996 г. — 70%).

Выращивание карпа связано с его ценными качествами: неприхотливостью к условиям среды, всеядностью, быстрым ростом, доступной к освоению технологией выращивания, наличием рыбопосадочного материала, весьма вкусного мяса. Карп — тепловодная рыба, оптимальные температурные условия обитания 18-30°C. Половая зрелость наступает в разном возрасте и зависит от температурного режима водоема. В северных и центральных районах России и Европы самки карпа достигают половой зрелости на четвертом-пятом году жизни, в южных — на втором-третьем году, причем самцы созревают раньше самок. В тропиках и субтропиках при постоянной высокой температуре воды (25-27°C) самки и самцы карпа созревают в возрасте до одного года. Самка массой 5-8 кг выметывает до 1 млн икринок и более, плодовитость самок зависит от условий содержания и генетической формы (породы).



Рис. 17. Карп – наиболее распространенная рыба в пресноводной аквакультуре
(no <https://fishing-guides-slovenia.com/fish/carp/>)

Продолжительность развития оплодотворенных икринок зависит от температуры воды и составляет трое-шестеро суток. На вторые-третьи сутки после вылупления эмбрионов личинки переходят на активное питание, используя в первое время мелкие (коловратки, инфузории), а затем крупные формы зоопланктона (копеподы, кладоцеры).

Молодь и старшие возрастные группы питаются в основном бентосом (личинки хирономид), олигохетами и моллюсками, водными растениями, белково-углеводными комбикормами. Потенциальные возможности роста у карпа также велики, как у сазана: его максимальная масса более 25 кг, а длина тела около 1 м. Если условия содержания и кормления являются оптимальными он уже на первом году жизни может достигать массы 1-1,5 кг, на втором — 2-3 кг. Для фермерских хозяйств, расположенных в средней полосе России, установлен следующий стандарт по массе: сеголетки — 25-30 г, двухлетки — 400-500, трехлетки — 1000-1200 г. При интенсивном выращивании карпа с применением полноценных кормов получают по 2-3 т и более рыбы с 1 га водной площади. При выращивании рыбы на теплых водах по интенсивным технологиям в рыбоводных емкостях продуктивность может достигать 150-250 кг/м³. Считается, что карп предпочитает в питании углеводы, это не так, для нормального роста и развития рыбе необходима и белковая пища, хотя он действительно эффективно усваивает крахмалосодержащие кормовые продукты. По типу чешуйчатого покрова различают четыре формы культурного карпа: чешуйчатые, разбросанные зеркальные, линейные зеркальные и голые, или кожистые. Это генетические формы карпа, многие из которых зарегистрированы как породы.

Растительноядные рыбы амурского комплекса: белый и пёстрый толстолобики, белый и чёрный амур. Белый (*Hypophthalmichthys molitrix*) и пёстрый (*Aristichthys nobilis*) толстолобики принадлежат к отдельному подсемейству карповых рыб — толстолобовых. Это сильные, быстрорастущие рыбы, у них крупная голова и низко посаженные глаза. Мелкая плотно сидящая чешуя покрывает все тело.

Эти два вида различаются по окраске и ряду морфо-биологических особенностей. Так, у пестрого толстолобика голова более крупная, спина выше и коричневато-серая, бока серебристые, с крупными коричневатыми пятнами. Спина у белого толстолобика серовато-зеленая, серебристые бока без пятен. Пёстрый толстолобик имеет длинные густо посаженные жаберные тычинки, тычинки у белого толстолобика сращены между собой, представляя планктонную сеть, позволяющую отцеживать мелкие формы водорослей и зоопланктона.

Спектры питания белого и пестрого толстолобиков планктонными организмами определяются строением фильтрационного аппарата, а также составом и размерами самих кормовых организмов, имеющих в водоеме. Поэтому различия в питании у них заметны уже при массе тела 3-5 г, т.е. в ювенальном возрасте. Белый толстолобик (рис. 18) потребляет в пищу в основном водоросли всех планктонных групп, хотя предпочитает диатомовые и зеленые водоросли. Он может питаться и сине-зелеными водорослями, которые вызывают цветение воды в водохранилищах, озерах, реках и могут привести к токсическому воздействию на живые организмы.

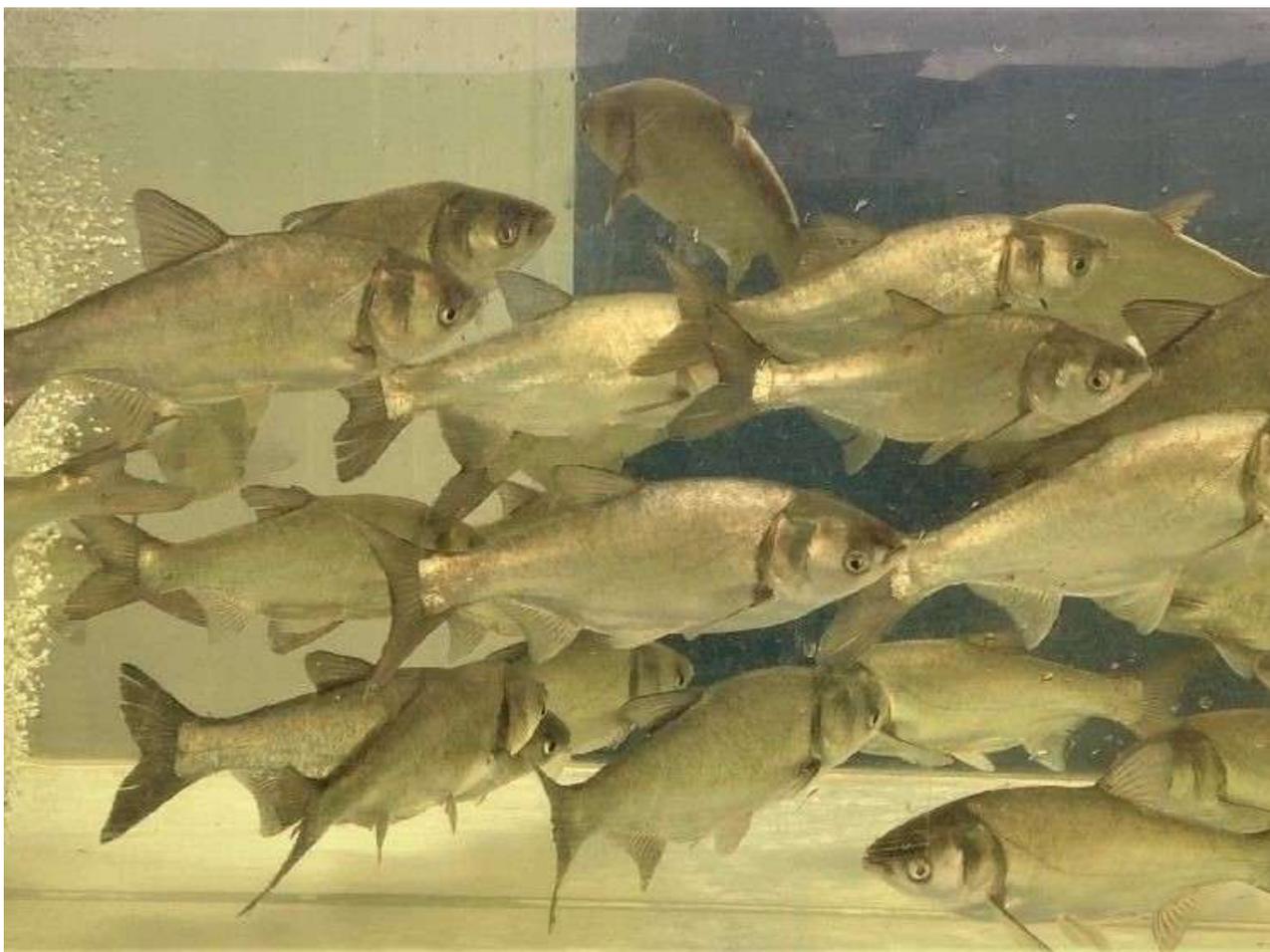


Рис. 18. Белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) в аквакультуре
(no https://vash-prudik.ru/product-category/riba_dlya_pruda/)

В питании белого толстолобика важное значение имеет и детрит, который он способен потреблять в значительном количестве. Созревание производителей белого и пестрого толстолобиков в условиях юга России происходит через три-шесть лет. На юге Средней Азии самки белого толстолобика созревают в возрасте трех лет, пестрого толстолобика — четырех, в Астраханской области — в пяти-шестилетнем возрасте, самцы созревают обычно на год раньше самок. В

центральных районах России созревание толстолобиков наблюдается позже, обычно в возрасте семи-восьми лет.

В условиях оптимального температурного режима и при хорошей кормовой базе толстолобики растут очень быстро. Рабочая плодовитость самок толстолобиков массой 6-10 кг около 1 млн икринок при диаметре неоплодотворённой икринки 1-1,2 мм, примечательно, что после набухания ее размеры увеличиваются до 5 мм. Эмбриональное развитие икринок в естественных условиях реки Амур осуществляется в толще воды. Предличинки, находящиеся в толще воды, пассивно сносятся вниз по течению. Через трое-четверо суток при температуре воды 20-23°C вылупившиеся личинки переходят на смешанное питание и начинают активно плавать. В настоящее время растительноядных рыб разводят (вне бассейна реки Амур) исключительно в искусственных условиях с получением половых продуктов, поскольку естественный нерест в местах акклиматизации в основном нерезультативен из-за несоответствия показателей водной среды специфическим требованиям растительноядных рыб амурского комплекса.

Белый амур (*Stenopharyngodon idella*) — рыба семейства карповых, единственный вид рода *Stenopharyngodon*. Максимальная длина тела 150 см. Пресноводная растительноядная рыба (рис. 19). Обитает в Восточной Азии в бассейне реки Амур и равнинных реках Китая. Интродуцирован во многие страны мира. Ценная промысловая рыба. Занимает первое место в мире по объемам товарного выращивания и добычи.



Рис. 19. Белый амур (*Stenopharyngodon idella*) – распространенная рыба в пресноводной аквакультуре России
(no https://hlasek.com/ctenopharyngodon_idella1ru.html)

Только в XX веке была разработана биотехника содержания маточного стада и получения потомства в искусственных условиях. Белого амура интродуцировали в 50 стран Азии, Европы, Африки, Северной и Южной Америки для целей рыбоводства, и контроля за зарастанием водоёмов. С 1950-х годов начинается бурное развитие товарного выращивания белого амура. В 1950 году мировое производство выращиваемого на фермах белого амура составляло всего 10 тысяч тонн, к 1972 году достигло 100 000 тонн, а к 1990 году превысило 1 млн тонн. В 2016 году вырастили более 6 млн тонн. Белый амур занял ведущее место в пресноводной аквакультуре. Лидером товарного выращивания белого амура является Китай.

Молодь белого амура питается ракообразными и коловратками. Но уже после достижения длины 3 см переходит на питание растительностью. Взрослые особи белого амура питаются преимущественно высшей растительностью. При повышении уровня воды в водоёме переходят на питание наземной растительностью, заливаемой водой, в том числе и тростником. При низком уровне воды предпочитают погружённые макрофиты. В небольшом количестве в его рационе встречаются мелкие животные организмы.

Сибас (*Dicentrarchus labrax*) – вид лучеперых рыб из семейства мороновых (Moronidae) — отряда Moroniformes (рис. 20). Распространен в Атлантическом океане: от Северной Америки на западе, до Норвегии, Марокко и Сенегала, встречается в Средиземном и Чёрном морях. Крупная популяция этой рыбы живет в водах Норвегии, Сенегала и Марокко. В Италии, Испании и Франции сибасов выращивают в искусственных водоемах. Для продажи в промышленных объемах часто используют аквакультуру. Выращивают сибасов по методикам сходным с таковыми для дорады.

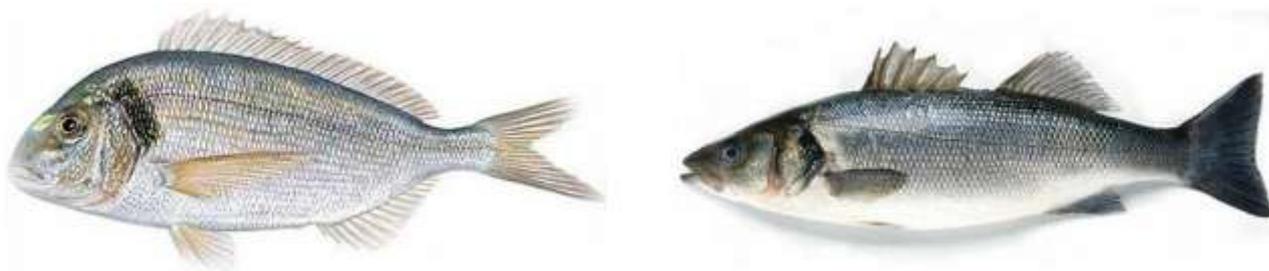


Рис. 20. Сибас (справа) и дорада
(no <https://chanel-france.ru/posadochnyj-material-malek/>)

Дорада, золотистый спар, дорадо, аурата, морской карась (*Sparus aurata*) – рыба рода *Sparus* из обширного семейства Спаровые (Sparidae) отряда Окунеобразные (рис. 20). Характерное название рыбы происходит от золотой полоски, находящейся между глазами (d’oro — золото). Дорада обитает и

активно добывается в рыбопромысловом районе ЮВА (Юго-Восточная часть Атлантики, ИЭЗ Сенегала, Мавритании, Марокко и Гвинеи), а также в Средиземном и Черном морях.

Дорада, как и многие виды семейства Спаровые обладает протеандрией, то есть способна продуцировать с помощью специализированных участков яичника поначалу сперматозоиды, а потом яйца (икру), оплодотворяемые этими сперматозоидами. Все дорады появляются самцами и живут так первые 3 года. На 4-ый год они преобразуются в самок.

Половой зрелости дорада достигает в 2 года (при длине туловища в 20-30 см). При смене пола после 2 лет (длина туловища 33-40 см), самка может отложить в расчете на 1 кг своего веса до 200 000 икринок, из которых личинки выклёвываются уже через три дня. Для стимуляции нереста, рыбоводы особям дорады путем инъекций вводят гормональные препараты. После отбора и подготовки производителей (как правило, они получены методом селекционного отбора от диких предков, обитающих в Атлантике и Средиземном море или от фермерских особей), начинается подготовка преднерестового периода, которая длится 20-25 дней.

После роста личинки и превращения ее в малька, а также достижения длины в 14-18 мм, смолт (жизненная стадия малька, при которой он способен существовать в морской воде), выпускают в выростные пруды или в открытое море. При искусственном выращивании малька дорады в выростных прудах с морской водой (лагунах, эстуариях), при регулярном кормлении гранулированным кормом, через 20 месяцев вырастают особи весом 350 грамм, считающиеся уже товарной рыбой, пригодной к реализации.

Клариевые сомы (*Clarias*) – пресноводные лучеперые рыбы из семейства Клариевые (Clariidae) отряда сомообразные Siluriformes. Это довольно крупные сомы с удлинённым угребразным телом и 4 парами усиков на голове. Название рода происходит от греческого слова «chlarios», что переводится как «живой, живучий». И связано оно с поразительной способностью клариусов длительное время находиться вне воды.

У клариевых сомов развит специальный орган для дыхания атмосферным кислородом. От жаберной полости отходит древовидно разветвлённый наджаберный орган, стенки которого пронизаны множеством кровеносных сосудов и имеют очень большую поверхность. Иными словами, это настоящее лёгкое, заменяющее жабры, когда рыба находится вне воды. Специальные исследования показали, что наджаберный орган содержит только воздух и наиболее эффективен при влажности воздуха 81 %. Полное выключение дыхания жабрами приводит к смерти через 14–47 ч. Лучше всего кларий чувствует себя, когда концентрация растворённого в воде кислорода превышает 4,3 мг/л и

возможен доступ рыбы к поверхности воды. Если условия в водоёме не отвечают этим требованиям, он переползает в другой по суше. Оптимальной средой обитания африканского сома является вода с рН 6,5–8,0 и температурой 25–30 °С, но также хорошо он переносит температуру 12–18 °С, устойчив к перепадам температуры, переносит уровень соли в воде до 10‰. Данный вид достаточно всеяден: он может питаться водными насекомыми, моллюсками, рыбой, растительной пищей и даже отбросами органического происхождения, но в природных условиях главным образом, является хищником.

Клариевый сом (рис. 21) в настоящее время становится интересным объектом для разведения как в небольших домашних хозяйствах, так и в крупных рыболовческих фермах, так как неприхотлив, просто разводится и практически не болеет.

Первые рыболовческие хозяйства по разведению нильского сома образовались в 1980 году в Голландии. Через 6 лет их число достигло 60, а общее количество выработки превысило 300 тонн. Еще через 6 лет этот показатель вырос в 4 раза. Такие фермы появились и в Юго-Восточной Азии.

Естественным ареалом обитания клариевого сома в дикой природе являются почти все африканские водоёмы. Сом живет в озерах, ручьях, болотах, топях, поймах и заводях. В природе самка клариевого сома способна отложить до 60 тысяч икринок на килограмм веса, в искусственных условиях эта цифра порядка 20 тысяч. Пары обычно моногамны.

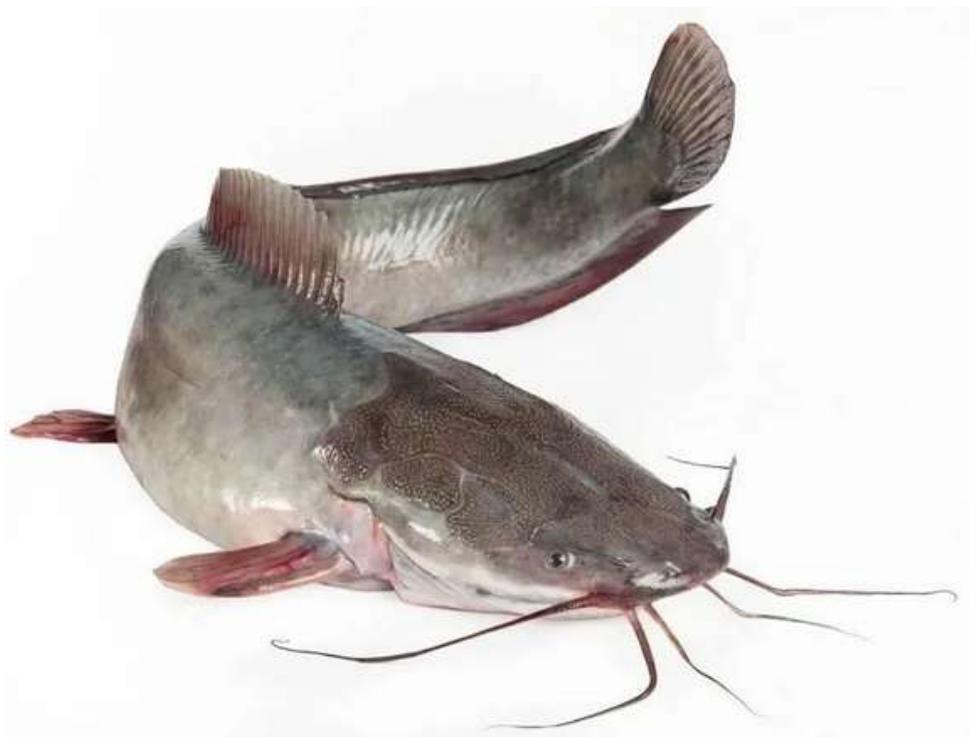


Рис. 21. Африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*)
(no <https://fishretail.ru/people/gallery/?id=126824>)

Несмотря на высокую неприязнительность клариевого сома к условиям содержания, лучше всего он развивается, если выдержать *оптимальные факторы* внешней среды:

- Температура воды +18...+25 °С, хотя нормально переносит диапазон от +8 до +35 °С.
- Не стоит заполнять искусственные заводы водой из близлежащих речек и озер для исключения заражения. Лучше использовать скважину и залить водоем из нее.
- Щелочность воды лучше снизить, для этого допускается применение специальных установок.

При цикличном выращивании легко добиться замечательных успехов по снятию одной тонны товарной рыбы в год с одного кубического метра воды.

Осетровые (Acipenseridae) — семейство ценных промысловых рыб из отряда осетрообразных, включающее такие известные виды, как осётр, стерлядь, севрюга, белуга, шип. Осетровые обитают в субтропических, умеренных и субарктических реках, озёрах и морских береговых линиях Евразии и Северной Америки. Распространены они только в Северном полушарии, вплоть до Тропика Рака. Осетровые являются долгоживущими рыбами, например, белуги живут до 100 лет, а достигают половой зрелости лишь в возрасте 15-20 лет. Максимальные размеры белуг бывают до 4 м длины и массой до 1,5 тонн. Это самая крупная пресноводная рыба.

Все осетровые рыбы или проходные, или пресноводные; для метания икры проходные, а равно и живущие в озёрах – входят в реки. Осетровые рыбы плодовиты, и число икринок у крупных особей определяется в несколько миллионов. С середины XX века из-за строительства плотин ГЭС на реках, бóльшая часть естественных нерестилищ была утрачена, в настоящее время основным способом воспроизводства многих видов осетровых является их искусственное разведение на рыбозаводах и выпуск молоди в места обитания. В связи с полным международным запретом на торговлю черной икрой диких осетровых в мире, а в том числе и в России с 2007 года, всё большее значение получает промышленное разведение осетровых на рыбопроизводных фермах по всему миру. В настоящее время это единственный легальный источник драгоценной чёрной икры на рынке.

Разработке биологических основ разведения осетровых рыб посвящено большое число публикаций, и важно, что приоритет в данной области принадлежит выдающимся отечественным ученым (Н.Л. Гербильский, А.Н. Державин, И.А. Баранникова, Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, Б.Н. Казанский, Н.И. Кожин, В.А. Лукьяненко). Их труды послужили научным базисом для

реализации масштабной программы пастбищного осетроводства в бассейнах Азовского и Каспийского морей в 60-70-е годы прошлого столетия. Рекомендуем читателю ознакомиться с руководством по разведению осетровых рыб (Чебанов и др., 2004), где в тонкостях прописаны все методы содержания, разведения и выращивания молодняка.

Для разведения осетра используются специальные УЗВ (установки замкнутого водоснабжения), представляющие собой резервуары, оснащенные системой фильтрации. Для регулярного поступления кислорода к данным емкостям подключено оборудование, способствующее циркуляции воды.

Сегодня уже 60% всей мировой рыбы выращивается на фермах (рис. 22). Объем рынка мировой аквакультуры растет (уже сейчас более 300 миллиардов долларов).

В сегменте рыбы среднего класса (400–1000 руб./кг) много продукции низкого качества и дефицит свежей, локально (рядом) выращенной, здоровой рыбы. Около 50% рыбы в России импортируется, мощностей существующих рыбоводных ферм не хватает для полного закрытия потребностей рынка. Каждый год в России запускается 30–50 рыбоводных ферм, из которых более 50% – фермы, работающие по технологии УЗВ.



Рис. 22. Осетровая ферма «Белуга» (no <https://icqinfo.ru/2018/06>)

Резкое сокращение численности зрелых производителей в Каспийском и Азовском морях, несмотря на запрещение специализированного промысла осетровых с 2000 года привело к необходимости скорейшего формирования маточных стад разводимых видов (рис. 22).

Для полноценного развития осетровых важен химический состав воды (уровень углекислого газа, кислорода, pH, плотность удобрений). Анализ химического состава воды можно заказать при СЭС, Водоканале или в частной независимой лаборатории анализа воды (табл. 2).

Осетры нетребовательны к еде. Но, несмотря на это, необходимо ответственно отнестись к составлению их рациона. Ведь от качества корма зависит увеличение массы и состояние здоровья рыб. Осетрам можно давать живую пищу: личинок различных насекомых; мотыля; моллюсков и червей.

Также для рыб разработаны специальные сбалансированные корма. Они выпускаются в гранулированном виде.

Таблица 2. Оптимальный состав воды для разведения осетров
(no <https://www.comfortclub.ru/publ/98-1-0-1478>)

Вещество	Норма, мг/л
кислород	6–11
азот	2–3
углекислый газ	20
фосфор	0,2–0,5
водород	7–8
железо	1–2
марганец	0,001–0,21

Лягушки. Относятся к классу Земноводных, или амфибий (Amphibia). В основном, в пищу используют лягушек из рода зеленых (*Pelophylax*), но есть и вид с названием «съедобная лягушка». Съедобная лягушка (*Pelophylax esculentus*) — вид или таксон видового ранга (клептон) семейства настоящих лягушек (рис. 23), произошедший в результате гибридизации прудовой (*Pelophylax lessonae*) и озёрной (*P. ridibundus*) лягушек не менее 5000 лет назад. Название связано с тем, что лапки этого животного — популярное блюдо французской кухни.



Рис. 23. Съедобная лягушка (*Pelophylax esculentus*) (по

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%8A%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BB%D1%8F%D0%B3%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B0#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Rana_esculenta_on_Nymphaea_edit.JPG)

До недавнего времени разведение лягушек не вызывало широкого интереса, но по мере снижения численности животных в природе и возрастающей потребности рынка возникает острая необходимость их промышленного разведения (Иванова Н.Л., 2016). В условиях лабораторного эксперимента и исследованиями, проведенными на природной популяции, было показано, что озерная лягушка, интродуцированная из Краснодарского края на Средний Урал в водоем-охладитель Верхне-Тагильской ГРЭС, характеризуется высокой скоростью роста и существенной экологической пластичностью. При интенсивном выращивании головастиков содержали в стандартных лотках типа ЛПЛ и садках, которые обычно используются в рыбных хозяйствах. Плотность посадки – десять головастиков на 1 л воды. В качестве корма использовали белково-минеральный корм для мальков карпа. Среднесуточное потребление корма возрастает и составляет от 11,7 до 21,8 % веса их тела. В этих условиях можно значительно сократить смертность. Выживаемость от яйца до сеголетка составила 24,8 %. Длительность личиночного периода сократилась с 60 до 44 суток при сохранении сравнительно крупных начальных размеров тела

сеголеток. Рост озерной лягушки на суше в первые два года жизни происходит с большой скоростью. Двухлетние особи достигают массы тела $63,0 \pm 4,1$ г и длины тела $65,0 \pm 0,7$ мм. После третьей зимовки рост животных в обследованном регионе значительно снижается. Эти особенности вместе с высокой вероятностью повышения естественной кормовой базы за счет простых биотехнических мероприятий делают возможность промышленного разведения озерной лягушки в условиях термальных вод Верхне-Тагильской ГРЭС в обследованном регионе весьма вероятной и перспективной.

В странах, где существует давняя кулинарная традиция употребления лягушатины, выращивание лягушек на мясо приносит неплохие дивиденды. Выращивать лягушек на продажу можно двумя способами: в открытом водоеме или в искусственных условиях. В первом случае технология разведения и содержания земноводных гораздо проще. Также значительно сокращаются расходы на создание необходимой инфраструктуры. Минус же в том, что на холодный период времени лягушки уйдут на дно и перестанут размножаться. Выращивание лягушек на мясо в специальном утепленном ангаре позволяет успешно решить эту проблему – при создании подходящих условий размножение продолжается круглый год, что обеспечивает предприятию большой оборот.

Крокодилы (Crocodylia) — отряд вторично-водных животных класса пресмыкающихся из клады эзухий, которая в свою очередь вместе со множеством промежуточных клад относится к кладе круротарзы, или псевдозухии. Из ныне живущих организмов ближайшие родственники крокодилов — птицы, потомки сестринской ветви архозавров. Современный отряд включает в себя не менее 15 видов настоящих крокодилов (семейство *Crocodylidae*), 8 видов аллигаторовых (семейство *Alligatoridae*) и 2 вида гавиаловых (семейство *Gavialidae*, иногда упраздняемое до подсемейства в составе семейства настоящих крокодилов). Крокодилы имеют четырёхкамерное сердце с полной межжелудочковой перегородкой и, подобно птицам, однонаправленный цикл системы воздушного потока в лёгких. Однако, при этом крокодилы являются холоднокровными животными, и их кровеносная система сохраняет возможность смешивания артериальной и венозной крови за счет наличия панициева отверстия между левой и правой дугами аорты.

Во время размножения доминирующие самцы всегда придерживаются своей территории и как правило являются полигамными по отношению к самкам. Самки откладывают яйца на суше – в ямах или холмиках, и некоторое время заботятся о своих детёнышах.

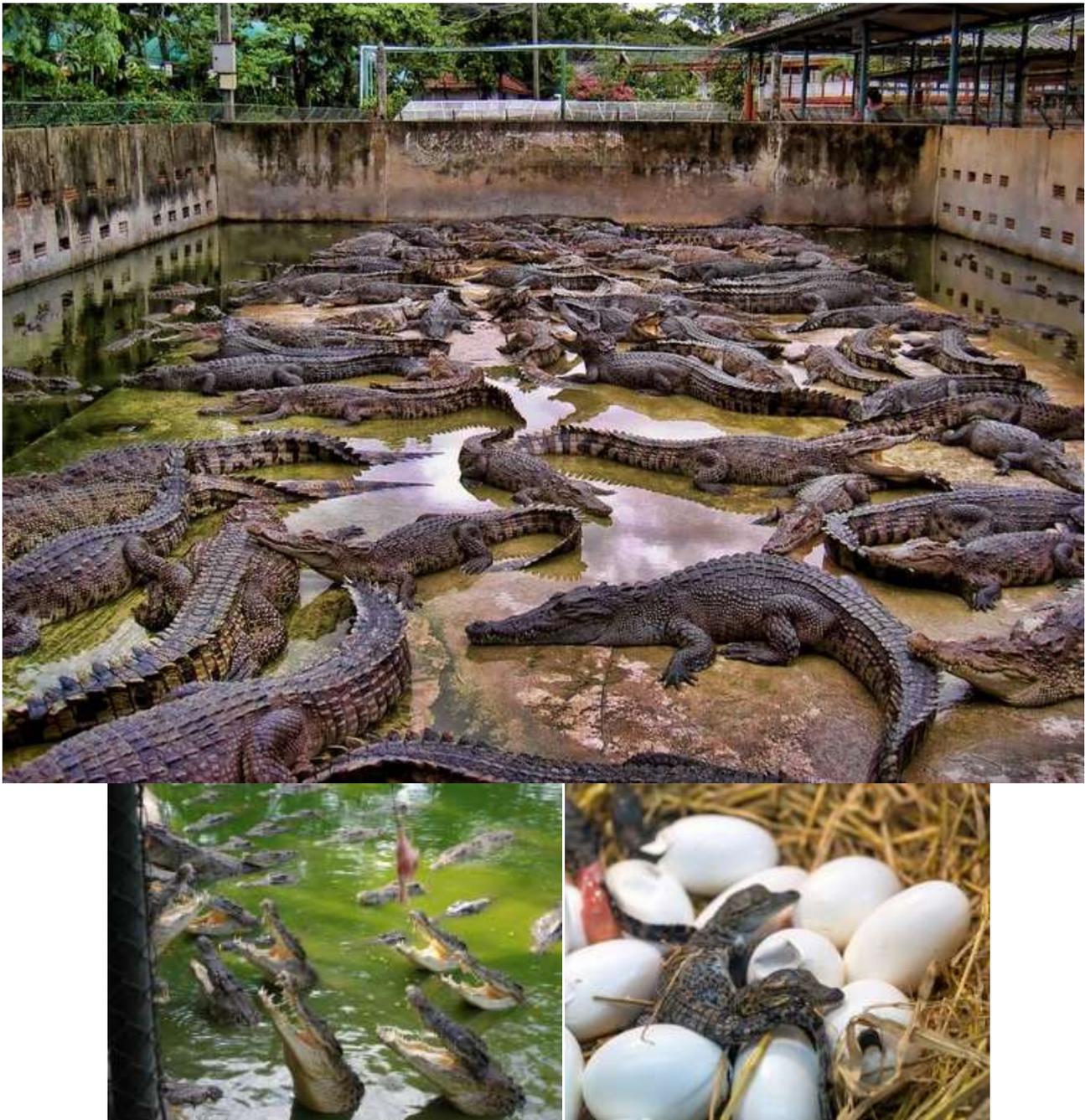


Рис. 24. На крокодиловой ферме в Паттайе (Тайланд). Справа – процесс вылупления молодых крокодилов, слева – кормление крокодилов
(no <https://u-destinations.ru/directions/pattajya-tailand>)

Крокодиловая ферма – место для содержания и разведения животных отряда крокодилы с целью получения от них мяса (которое является важным ингредиентом каджунской кухни), кожи и других товаров (рис. 24). Основные потребители мяса крокодилов – Китай и некоторые другие азиатские страны, где крокодилье мясо, богатое протеином, считается деликатесом. Если крокодиловое мясо можно встретить почти во всех престижных ресторанах Азии, то в России оно пока еще большая редкость.

Первые крокодиловые фермы, иногда называемые ранчо, появились ещё в конце XIX века, однако были в большей степени туристическими достопримечательностями, нежели настоящими фермами: одним из характерных примеров такого рода учреждения был Парк аллигаторов в Сент-Огастине, Флорида, основанный в 1893 году. Подлинно коммерческие фермы, равно как и крупные питомники, направленные на сохранение аллигаторов, в дикой природе к тому времени в значительной степени истреблённых, появились только в 1960-е годы.

После того как миссисипский аллигатор в 1967 году стал в США охраняемым государством видом, крокодиловые фермы стали единственным легальным поставщиком крокодиловой кожи. Первые крупные коммерческие крокодиловые фермы возникли в это время на юге США, в первую очередь во Флориде и Луизиане, однако вскоре эта практика распространилась и на другие страны, в том числе на Австралию и Египет, где разводятся соответственно гребнистый и нильский крокодилы. Фермы по разведению крокодиловых кайманов встречаются в некоторых странах Южной Америки.

Аллигаторы не одомашнены, но разводятся в хозяйственных целях из-за спроса на шкуры. Крокодиловая ферма, расположенная в пригороде Бангкока, самая крупная в мире, из тех куда пускают туристов (около 60 000 особей крокодилов).

В России крокодиловые фермы существуют сравнительно недавно, их развитие началось в 90-е годы XX века. Ввиду отличия российского климата в сторону более холодного, чем в регионах естественного обитания крокодилов, их устройство значительно отличается от тех ферм, что расположены в более жарких регионах. В вольерах под открытым небом, как правило, содержат молодняк, однако на холодное время года всех крокодилов переводят в закрытые помещения.

Вольеры на крокодиловой фабрике должны соответствовать всем требованиям CITES¹, что означает поддержание необходимых для комфортной жизни животного температуры, влажности, разграничения зон с водой и сушей, а также возможность как находиться под воздействием ультрафиолета (естественные солнечные лучи либо искусственные светильники), так и уйти от него в тень. В России крупные крокодиловые фермы существуют в Анапе. Скоро может появиться крокодиловая ферма и в пригороде Владивостока.

Разведение крокодилов начинается с их яиц. Температура в инкубаторе должна быть 32°C. Детенышам крокодилов в пищу дают красное мясо и куриные головы с витаминными и минеральными комплексами. Уже начиная с самого

¹ СИТЕС – Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, CITES – англ. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

первого дня, детеныши находятся в помещении в специальных загонах, в которых строго соблюдается гигиена – они чистятся и осушаются, так как молодые крокодилы сильно восприимчивы к заболеваниям. Они должны иметь широкий и легкий доступ к воде и к суше. Температура воды в бассейнах также поддерживается на уровне 30-32°C. Если крокодил заболевает ему дают антибиотики или другие антибактериальные препараты, иногда в комплексе. Ветеринарный надзор на ферме является необходимым условием, а лекарства приобретаются строго по рецепту врача.

Вольеры, в основном, состоят из двух частей – воды и суши. Бассейн с водой должен быть мелкий, от 150 до 300 миллиметров. Взрослеющие и взрослые особи (от 4 лет и старше) размещены в более глубоких, больших и открытых водоемах. Они содержатся группами – один самец с несколькими самками. Основная «порода» крокодилов, которая используется на фермах и выращивается для изготовления изделий из экзотической крокодилой кожи, возникла в результате скрещивания сиамских крокодилов (*Crocodylus siamensis*) с морским крокодилом (*C. porosus*). Цель скрещивания – достижение улучшенного качества крокодиловой кожи при снижении уровня агрессивности животных. Выведение этой породы – достижение тайских селекционеров.

Водные черепахи. На земном шаре существует огромное количество различных видов черепах. Эти пресмыкающиеся (Reptilia) делятся на две категории: сухопутные (живущие на суше) и водные (живущие в воде). На фермах чаще других видов используют китайского трионикса.

Дальневосточная черепаха, или китайский трионикс (*Pelodiscus sinensis*) — пресноводная черепаха, представитель семейства трёхкоготных черепах (Trionychidae), широко распространённая в Азии. Одна из наиболее известных мягкотелых черепах. — эти рептилии имеют кожный покров и размер их (длина) достигает до 30-40 см. Вес черепахи может достигать 4,5 кг. В отличие от других черепах, триониксы могут оставаться под водой около 20-ти часов, за счёт того, что имеют ворсинки, которые выполняют функцию жабр, а также дышат через кожу, которая хорошо снабжена капиллярной сетью кровеносных сосудов. Панцирь круглый, похожий на сковороду, с мягкими краями, которые помогают черепахам зарываться в ил, покрытый мягкой кожей, без роговых щитков. У молодых черепах панцирь почти круглый, у взрослых становится удлинённым и более плоским.

На каждой ноге черепах по пять пальцев, из них три внутренних оканчиваются острыми когтями. Пальцы снабжены хорошо развитыми плавательными перепонками. Шея длинная. Челюсти очень сильные, с острым режущим краем, для человека представляют определённую опасность. Роговые

края челюстей прикрыты толстыми кожистыми выростами — «губами». Конец морды вытянут в длинный мягкий хоботок, на конце которого открываются ноздри.

Китайский трионикс (рис. 25) широко распространен в Азии: Восточном Китае, Вьетнаме, Корее, Японии, а также на островах Хайнань и Тайвань. В пределах России встречается на юге Дальнего Востока. Населяет бассейны рек Амур, Уссури и их крупные притоки, а также озеро Ханка. Занесена в Красную книгу РФ (2001), категория 2, статус — сокращающийся в численности вид, обитающий в пределах России на крайней северной границе своего ареала.

Китайский трионикс интродуцирован на Гавайи (острова Кауаи, Мауи и Оаху), Тимор, один из Бонинских островов, в Южную Японию на архипелаг Рюкю, в Таиланд, Малайзию, Сингапур, некоторые другие места в Юго-Восточной Азии и на Марианские острова (Гуам).

В странах Азии мясо и яйца китайского трионикса употребляются в пищу. Мясо идёт на приготовление деликатесного блюда китайской кухни — черепахового супа. Оно ценится и в качестве «тонизирующего средства», которое, как считается, положительно влияет на половые функции.

Первая ферма черепах появилась в Японии на о-ве Хонсю близ Токио в 1866 году. Начиная с 1875 года в ней стали успешно разводить китайского трионикса. К 1907 году там было получено 60 тысяч черепах товарного размера. Черепах кормили морскими двустворчатыми моллюсками — вонголе (*Macra veneriformis*), отходами рыбопереработки и шелководства, а также вареной пшеницей. Ферма эта сохранилась до наших дней и располагается она в префектуре Судзуока. Есть черепаши фермы и в Южной Америке (Бразилия).

Однако, большинство черепаших ферм находится в Китае. Так, по данным на январь 2008 года в Китае работали 1499 только зарегистрированных соответствующими органами КНР ферм. Помимо них имеется большое количество мелких семейных ферм. По опросным сведениям, на фермах Китая содержалось 300 млн черепах и ежегодно продавалось более 128 млн животных общим весом 93 000 тонн. Подавляющее большинство из них относят к триониксу. Помимо него в Китае также выращивается на фермах до 10 000 особей по каждому из следующих видов: *Palea steindachneri*, *Chinemys reevesii*, *Mauremis sp.*, *Ocadia sinensis* и *Trachemys scripta elegans*. Для приготовления лекарств и продажи в зоомагазинах разводят и еще два вида черепах — *Cuora trifasciata* и *C. mouhotii*.

Конечно же, фермы черепах лучше строить в тех же местах, где они обитают или в местах со сходным климатом. Экономически это более выгодно. Не нужны становятся зимние помещения.

Китайских триониксов для целей разведения выбирают из черепах, родившихся на фермах, вес их не должен быть менее 500 г. Оптимальное половое соотношение в группе – 1 самец и 5 самок. Пруды должны быть оборудованы системой водоснабжения и дренажа. Площадь водоема должна быть от 100 до 400 м², глубина около 1 метра. Дно засыпается мелким песком или смесью песка и земли слоем 15-20 см. Одна из сторон пруда должна иметь пологий берег с точечным обогревом, куда могут собираться черепахи для регулирования температуры своего тела. Плотность посадки примерно 20 черепах на 1 м². Кормят черепах в закрепленных кормушках кусками рыбы, креветками и моллюсками из расчета 2-3% корма от массы тела.



Рис. 25. Китайский трионикс (*no <https://klkfavorit.ru/vse-o-dalnevostocnoj-cerepahe-trioniks-cto-est-kak-soderzat-v-domasnih-usloviah/>*)

На берегу, зарывая в песок, самка откладывает до 30 яиц. В год на фермах бывает от 2 до 5 кладок от одной самки. Яйца собирают, моют, сушат и укладывают в специальные пластиковые ящики, располагая их на песке, и покрывая слоем песка, которые ставятся в комнате на стеллажи. При общей температуре в помещении 25-34°C вылупление происходит через 50-60 дней. Пол комнаты заливается водой слоем 5-10 см, куда новорожденные падают со стеллажей, после чего их переносят в специальные резервуары для выращивания. Через 12-16 месяцев вес черепах достигает товарной массы 1-1,5 кг.

2.2. БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

Водные беспозвоночные, наиболее широко культивируемые в настоящее время – ракообразные (подтип Crustacea, класс Высшие раки, Malacostraca): креветки различных видов как морские, так и пресноводные, пресноводные раки, омары, крабы и др., и моллюски (тип Моллюски, или Мягкотелые, Mollusca L, 1758): устрицы, мидии, гребешки и др., а также иглокожие (тип Echinodermata, Klein, 1734) – морские ежи и трепанги.

Наибольшее промысловое значение из представителей класса высших раков имеют десятиногие ракообразные (Decapoda) — обширный отряд, содержащий около 15 000 видов. Их доля в общем производстве мировой аквакультуры составляет около 23%. Что касается соотношения количества добытых и выращенных ракообразных, то аквакультура уже опережает мировой вылов на 400 тыс. тонн и составляет 6,9 млн тонн, против 6,5 млн тонн вылова ракообразных (рис. 26).

Таким образом, общий объем производства ракообразных в мире достигает более 13,4 млн. тонн. В качестве объектов аквакультуры в статистике ФАО упоминается 45 видов ракообразных: 26 видов креветок, 9 видов крабов, 7 речных раков и 3 – лангустов. В общем объеме аквакультуры ракообразных речные раки занимают 10%, крабы – 15% и основной объем приходится на креветок – 75%.

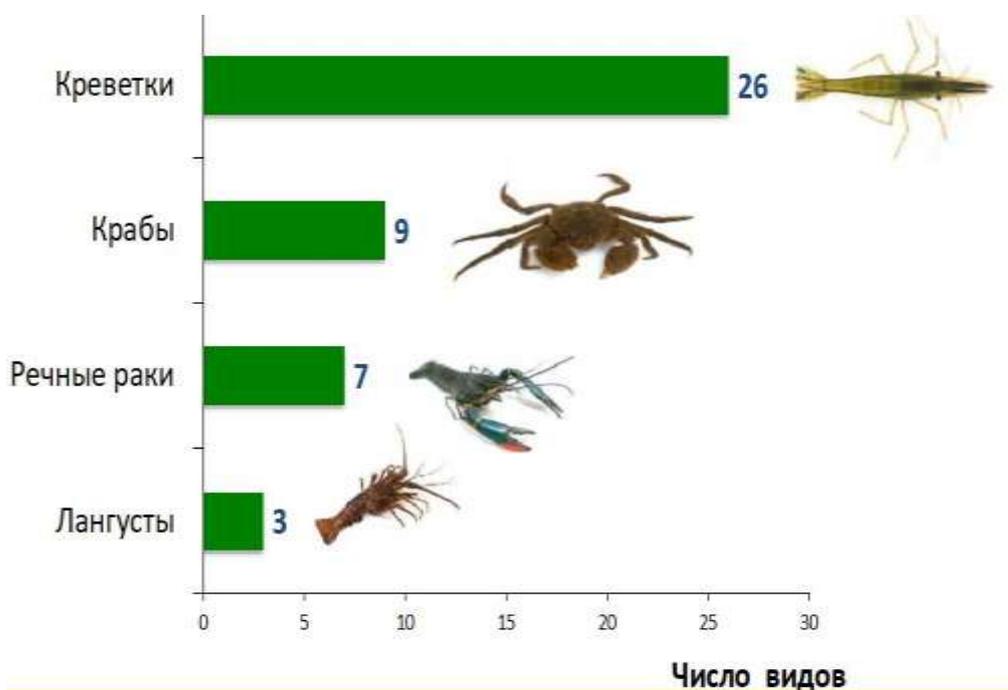


Рис. 26. Количество выращиваемых видов ракообразных отряда Decapoda в мире (по Ковачевой Н.П., <http://www.seaurchinfarm.no/>)

Более половины объёма выращивания занимает белоногая креветка, которая значительно опережает других представителей десятиногих раков. На втором месте – китайский мохнаторукий краб, а на третьем – красный болотный рак. При этом ракообразные – группа гидробионтов, технологии выращивания которых в искусственных условиях находятся на стадии разработки и непрерывного совершенствования, а спектр их видов в аквакультуре постоянно расширяется. Лидером аквакультуры ракообразных безусловно является Китай, на долю которого приходится 58% объёмов выращивания. Кроме Китая крупнейшими производителями являются Таиланд, Бразилия, Перу, Мексика, Венесуэла, Вьетнам, Гондурас, Куба и США.

Серьёзным препятствием в развитии интенсивных форм аквакультуры ракообразных является каннибализм. В отличие от рыб рост тела ракообразных носит скачкообразный характер, так как они имеют наружный скелет – панцирь. По мере роста тело ракообразных увеличивается, панцирь становится тесен и особь его сбрасывает. Происходит так называемая линька – критический период в жизни особи. После линьки в течение нескольких часов ракообразные не обладают жёстким панцирем и абсолютно беззащитны, являясь лёгкой добычей своих сородичей. Ситуация усугубляется тем, что линьки у особей происходят индивидуально, а не синхронно, повышая вероятность каннибализма, особенно при повышенных плотностях посадки ракообразных в индустриальных производственных условиях.

Если основными факторами, лимитирующими плотность посадки (а, следовательно, и продуктивность) при выращивании рыбы могут быть кислородный режим и уровень накопления выделяемых загрязняющих веществ, то при содержании ракообразных проблема каннибализма выходит на первый план и, в конечном счёте, определяет биопroduкцию ёмкостей и прудов. В этой связи плотности посадки ракообразных (и, соответственно, биопroduкция) в десятки раз ниже, чем в рыбоводных ёмкостях (0,5-2 кг/м³ против 100 кг/м³). Размещение специальных укрытий, структурирование пространства, направленные на снижение каннибализма, существенно снижают, но не могут полностью его исключить. Индивидуальное содержание является кардинальным решением проблемы. Однако это требует создания специального оборудования, а его обслуживание достаточно трудоёмко.

Лидером среди выращиваемых ракообразных в аквакультуре безусловно являются креветки. Выращивают морских и пресноводных креветок, мелких и крупных, в морских садках и прудах. Из культивируемых видов наиболее ценными считаются морские: черная тигровая креветка (*Penaeus monodon*), белоногая креветка (*P. vannamei*) и пресноводная гигантская креветка

(*Macrobrachium rosenbergii*). Выращивание креветок поставлено на поток, это очень крупное направление аквакультуры (рис. 27-29).

Изучив график (рис. 27), становится ясным, что все три вида креветок, указанные в нем за минувшие 30 лет увеличили свою продуктивную численность, однако белоногая креветка, начиная с 2000 года резко поднялась в своем значении объекта аквакультуры и уверенно заняла первое место.



Рис. 27. Динамика объемов основных выращиваемых видов креветок в мире

Для креветок изготавливают сложные по составу сухие корма, проводят нерест, получают плавающих личинок, которые должны преодолеть несколько стадий развития и линек. Выращивая товарных креветок, получают до двух-трех урожаев в год.

Остановимся подробнее на выращивании некоторых видов креветок, поскольку особой популярностью в различных странах мира пользуется креветочная продукция. Поэтому предприятия агробизнеса США, Таиланда и Латинской Америки считают приоритетной деятельностью марикультуры выращивание креветок и производство креветочных кормов. Усовершенствуя и пополняя запасы для племенного материала в крупнейших репродукторах, креветочные фермеры получили существенные достижения в процессе одомашнивания производителей. Страны, где в сельском хозяйстве эффективно культивируются креветки, долгое время не использовали одомашненные формы (в связи с сомнениями относительно их экономической

целесообразности), теперь целеустремленно осуществляют программы искусственного воспроизводства и создания племенного поголовья.

В последние годы уже приблизительно 70% представителей креветочных ферм Западного полушария планеты приступили к отбору лучших производителей и созданию маточных стад.



Рис. 28. Белоногая креветка (*Penaeus vannamei*) – основной объект марикультуры в мире, теперь выращивается и в Калужской области
(no <https://twitter.com/izdatkgvinfo/status/1085545752133287938?lang=he>)



Рис. 29. Гигантская пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii*) – широко культивируемое водное беспозвоночное в азиатских странах
(no https://zozy.ru/krasnoyarsk/akvarium/jivye-korolevskie-macrobrachium-rosenbergii_1754740)

Креветочные фермеры в Америке с 1981 г. используют одомашненных креветок в отличие от азиатских коллег, кроме Полинезии и Новой Каледонии. Большинство работ по совершенствованию технологий разведения креветок в настоящее время связано с необходимостью развития болезнеустойчивых и высокопродуктивных маточных линий. Так как производство белоногой креветки (*Penaeus vannamei*) и западной голубой креветки (*P. stylirostris*) ограничивается их восприимчивостью к различным заболеваниям, прежде всего вирусным, в том числе синдрома белого пятна, синдрома Taura, инфекционного подкожного и гемопоэтического некроза и Vibrio инфекций.

Выделяется наиболее важная цель этих научных программ — формирование репродуктивных маточных стад, что сократит количество вылова диких креветок, которые поступают из промысловых уловов в репродукторы. Обобщенные предварительные данные о работе инкубаторов для креветок в Западном полушарии планеты показывают соответствие новейших разработок в этом направлении требованиям современной аквакультуры только в известных креветочных фирмах мира. Основное количество всех инкубаторов приходится на воспроизводство морского вида белоногой креветки, исключение составляет Северная Мексика, которая культивирует и осваивает западную голубую креветку.

Половина инкубаторов использует разные виды креветок местного происхождения. До сих пор существует практика работы с креветками, изъятими из естественных популяций, что приводит к получению несовершенного потомства. Кроме того, такая практика опасна, так как дикая креветка может быть переносчиком патогенной флоры и вирусных болезней. Созданные технологии выращивания различных видов креветок на интенсивной основе включают применение специальной биотехники, водоподготовки, эффективных кормовых рационов и контроля за процессом оплодотворения, вылупления и дальнейшего развития науплий.

Меры инфекционной безопасности при выращивании и в процессе очистки воды заключаются в дезинфекции воды, проведении основных карантинных процедур, что обеспечивает защиту от вирусов и их идентифицирование. Для сокращения цикла культивирования креветок в выростных водоемах используют их комплексное выращивание с зерновыми культурами, повышая тем самым плодородие земли. Существует мнение, что целесообразна регулировка количества используемых постличинок креветок от инкубатора до получения конечной продукции. Используются репродукторы для сокращения технологического цикла от инкубатора до акклиматизации к условиям выростного водоема. Главное преимущество в использовании репродукторов — сокращение цикла выращивания до стадии науплий, эта форма наиболее часто

встречается среди креветочных ферм. Технология выращивания на данном этапе включает в себя использование эффективных инкубаторов, сопровождаемое акклиматизацией к условиям фермы, что обеспечивает высокую выживаемость посадочного материала в водоеме (рис. 30). Большую роль играют при выборе метода выращивания качество воды, использование различных конфигураций выростных резервуаров и искусственного субстрата дна. Подготовка водоема — важный этап при выращивании креветок.



Рис. 30. Сложный жизненный цикл морской белоногой креветки (*Penaeus vannamei*) (по Ковачева Н.П. – <http://www.searchinfarm.no/>)

Широко распространено использование различных методов подготовки водоема, включая сушку ложа в конце сезона выращивания, вспашку, использование извести и других химикалий, неорганических и органических удобрений, защиту от грунтовых вод и другие меры. Также фермеры используют способы улучшения газообмена при помощи водных аэраторов, применяют биофильтры, автоматический контроль и управление водоподающими системами через датчики с переменной скоростью, увеличивая проточность в ночное время суток.

Существуют различные источники поступающей воды для континентального выращивания креветок: чистая соленая вода; морская вода для получения рассола при смешивании с пресной водой; твердые соли, растворенные в воде из поверхностных источников, или в подземной воде; солоноватая вода. Измерение показателей гидрохимического состава воды теперь стало обычной процедурой (определяется окислительно-восстановительный потенциал), также часто проводится микробный анализ

всего организма креветки. Именно такая система анализов используется на всех креветочных фермах при интенсивном и экстенсивном выращивании и при выращивании в малых объемах воды. Многие крупные креветочные фермы Латинской Америки производят дополнительные анализы воды: содержание тяжелых металлов в осадке, состав бактериальной флоры сбрасываемой воды в водоемы окружающей среды.

Качество воды, которая сбрасывается непосредственно в окружающую среду, — главный вызывающий беспокойство аспект, связанный с загрязнением окружающей среды и естественных водных организмов отходами сельскохозяйственного производства в связи с происходящей эвтрофикацией природных водоемов из-за сброса в них вод, насыщенных биогенными элементами (рис. 31). Контроль за качеством сбросной воды является весьма важным мероприятием при культивировании креветок. Кроме того, из-за ужесточения требований служб по охране окружающей среды и стандартов качества воды на правительственном уровне в ряде стран сокращается количество забираемой воды, и выращивание креветок в большинстве ферм осуществляется в малом объеме.



ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

**Гигантская пресноводная
креветка *M. rosenbergii***



Условия культивирования (УЗВ, ВНИРО)

- температура воды – 28 - 31°C
- соленость - 12 – 14 ‰;
- дифференцированное кормление;
- плотность посадки 80-120 экз./л;

**Продолжительность периодов при
культивировании**

Эмбриональный период – 14 сут.;

Личиночный период – 27 – 35 сут.; (12-14 ‰)

Постличиночный период – 14 сут.;

Молодь – Взрослая особь – 90 сут.

Выживаемость личинок - 45-60 % (Z-XI);
молодь до товарного размера – 70-80 %

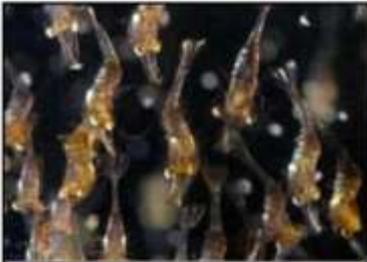



Рис. 31. Пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii*) – условия культивирования в России (по Ковачева Н.П. – <http://www.searchinfarm.no/>)

Повторное использование воды с применением биофильтров практикуется, но не на всех фермах. позволяет достигнуть значительного успеха

и в этом направлении. В большинстве стран-производителей креветок значительное внимание уделяется минимизации экологического ущерба от марикультуры. Применение новейших технологий при строгом контроле качества продукции позволяет достигнуть значительного успеха и в этом направлении.

Из других видов ракообразных, к которым в последнее время наблюдается большой интерес по их выращиванию в аквакультуре, следует отметить омаров, лангустов и крабов. Это – самые дорогие и ценные из всех ракообразных.

Омары весьма вкусны и достигают значительных размеров, иногда до 80 см (рис. 32). Омары — долгожители, могут прожить до 50 лет. Омары высоко ценятся гурманами, особенно вкусным считается мясо огромных клешней. Промышленно разводят обыкновенного или европейского омара (*Homarus gammarus*), норвежского омара (*Nephrops norvegicus*), американского омара (*Homarus americanus*). Наиболее крупным является американский омар. Интерес к их разведению в аквакультуре связан и с тем, что в настоящее время диких омаров стало мало, и многие страны ввели строгий запрет на их лов, даже под угрозой конфискации судна. Поэтому в США, Канаде, Норвегии, Франции и других странах начали разводить омаров искусственно.

Личинки омаров ведут пелагический образ жизни, их научились получать и подращивать, но родителей приходится содержать поодиночке, поскольку они охотно поедают друг друга. Это настоящие одиночки, проявляющие интерес друг к другу только в период спаривания.



Рис. 32. Европейский омар (*Homarus gammarus*) – один из наиболее ценных видов ракообразных в аквакультуре (no <https://biomolecula.ru/articles/vtoraia-zhizn-atf-ot-glavnoi-batareiki-do-neiromediatora>)

Лангусты — это очень крупные и вкусные раки, являющиеся украшением меню хороших ресторанов морской кухни (рис. 33). Обычно лангустов ловят в море и выращивают на фермах до крупных размеров. В море лангусты совершают миграции, когда несколько особей выстраиваются в один ряд и идут, держась друг за друга. В одной такой цепочке может быть до 30 лангустов. Для разведения на фермах используют лангустов семейства Scyllaridae. Пойманную в море молодь доращивают в бассейнах и прудах до товарной массы.



Рис. 33. Кубинский, или карибский колючий лангуст (*Panulirus argus*)
(no <https://subscribe.ru/group/schaste-cheloveka/17050065/>)

Крабы являются одним из наиболее деликатесных и дорогих морских продуктов. По этой причине браконьеры идут на всяческие уловки и ухищрения, ведя промысел даже в чужих территориальных водах, в том числе и российских. В Японии научились разводить королевского, или камчатского (*Paralithodes camtschatica*) и другие виды крабов (*Portunus trituberculatus*, *Nepthunus pelagicus*). Камчатский краб — вид неполнохвостых раков из семейства Lithodidae (рис. 34). Это не настоящие крабы, их еще называют крабоиды, или крабовидные раки-отшельники. И хотя представители этого семейства обладают внешним сходством с настоящими крабами (*Brachyura*), но легко отличимы по редуцированной пятой паре ходильных ног и асимметричному брюшку у самок.

Как один из самых крупных ракообразных Дальнего Востока, камчатский краб является объектом промысла. В середине XX века его акклиматизировали в Баренцевом море, где с начала XXI века (в южной его части) также ведется его промысел.



Рис. 34. Камчатский краб (*Paralithodes camtschatica*)

(no <https://xn--80acb2aebt0aft4g.xn--p1ai/catalog/krab/tag/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B5>)



Рис. 35. Китайский мохнаторукий краб (*Eriocheir sinensis*)

(no <https://www.balticarium.com/ru/zhivotnye/kitayskiy-mokhnatoruki-krab-aziat>)

Лидером среди видов настоящих крабов по промышленному производству является китайский мохнаторукий краб (*Eriocheir sinensis*) (рис. 35, 36), его производство в аквакультуре уступает только белоногий креветке и приближается к 1 млн тонн в год.

Китайский мохнаторукий краб

Eriocheir sinensis



Японский мохнаторукий краб

Eriocheir japonica

Производство китайского мохнаторукого краба в аквакультуре повысилась с 8 тыс. тонн в 1991 г. до **800 тыс. тонн** в 2015 г.

В Приморье широкое распространение имеет другой близкий вид – японский мохнаторукий краб *Eriocheir japonica*.

Японский мохнаторукий краб является перспективным объектом для аквакультуры. Его отличительные особенности: *способность взрослых особей переносить длительную транспортировку без воды, высокая плодовитость и широкий диапазон солености для развития молоди.*

Проведённые эксперименты по получению молоди японского мохнаторукого краба в искусственных условиях подтвердили возможность выращивания данного вида в условиях аквакультуры (УЗВ, ВНИРО).

Рис. 36. Взрослый китайский мохнаторукий краб (*Eriocheir sinensis*) и его пелагическая личинка (зоea) (no Ковачева Н.П. – <http://www.searchinfarm.no/>)

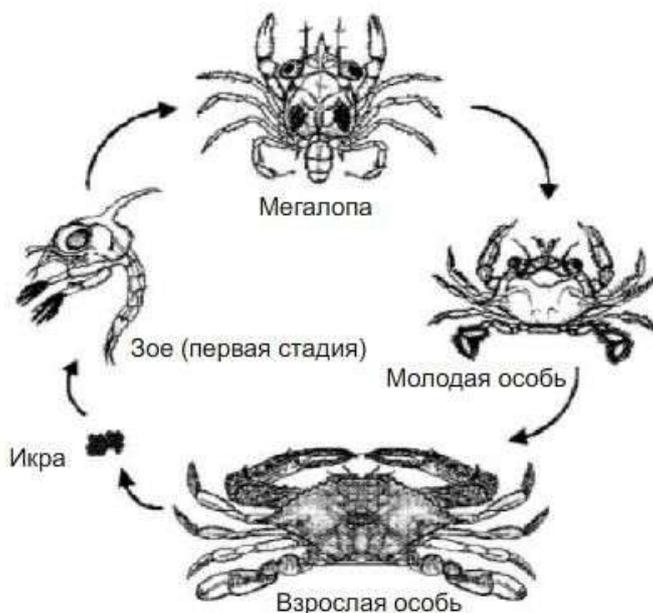


Рис. 37. Жизненный цикл крабов (no <https://aquavitro.org/2018/04/07/ekskurs-v-akvakulturu-krabov/>)

Технология культивирования крабов следующая: самок крабов со зрелой икрой вылавливают в море и высаживают в бассейны, затем получают личинок и выкармливают их на хлорелле, других одноклеточных водорослях, личинках рачка артемии. Артемия (*Artemia salina*) — вид ракообразных из отряда жаброногих (Branchiopoda). В России появляются первые аквафермы, на которых начали воспроизводить камчатского краба, который может достигать массы тела в 7 кг и более.

Моллюски (Тип Моллюски, или Мягкотелые, Mollusca L, 1758) – вторая важная группа беспозвоночных животных – объектов аквакультуры. Всего известно около 130 тыс. видов моллюсков, из них большинство являются обитателями морских соленых вод. Есть среди них гиганты массой до 200-300 кг, и карлики длиной до 2 мм. Больше всего моллюсков можно встретить на мелководье. В тип моллюсков входят классы: двустворчатых, брюхоногих и головоногих. Разведение двустворчатых моллюсков очень выгодно, этим занимается множество стран, поскольку моллюски питаются доступным фитопланктоном — микроскопическими водорослями, которых в морской воде достаточно, и для их культивирования не нужны сложные устройства. Экскурсии на такие фермы очень интересны с обязательной дегустацией экзотической морепродукции. Особенно ценятся устрицы, мидии, морские гребешки и клеммы, более известные в гастрономической литературе как вонголе (морские петушки).

Устрицы. Известно около 50 видов устриц, они считаются наиболее вкусными и ценными моллюсками (рис. 38). Обитают устрицы в соленой воде (не менее 12‰), в тропических, субтропических и даже умеренных по температуре водах (например, в Шотландии). У разных видов устриц разный вкус, но в очень солёной воде вкус мяса ухудшается. Существует целое направление марикультуры — устрицеводство, в Японии оно ведется более 300 лет. Устрицы считаются особым и нередко дорогим деликатесом. Любой человек, интересующийся морем и морепродуктами, сначала должен отведать устриц.

В Европе ценятся обыкновенная, или съедобная устрица (*Ostrea edulis*), в частности во Франции, португальская устрица (*Crassostrea angulata*). В США по Атлантическому побережью культивируют виргинскую устрицу (*Crassostrea virginica*), а по Тихоокеанскому — калифорнийскую олимпию (*Ostrea lurida*). В Японии добывают и выращивают тихоокеанскую, или гигантскую устрицу (*Crassostrea gigas*). На Кубе и в Венесуэле выращивают мангровую устрицу (*Crassostrea phizophore*), в Австралии — сиднейскую (*Crassostrea commercialis*). В Черном море устрицы полностью уничтожены брюхоногим

моллюском рапаной (*Rapana venosa*), попытки вселения или организации устричных ферм пока не реализованы. Устриц выращивают на коллекторах, устричных банках, используя различные субстраты: черепичные плитки, бамбуковые шесты, трубчатые, веревочные, листовые, изогнутые плоскостные коллекторы, бревна, веерные коллекторы. Таким образом создается субстрат для закрепления в начале планктонной формы моллюска. Он должен быть недоступен для бентосных (донных) хищных животных, например, брюхоногих моллюсков и морских звезд. Технологии культивирования устриц развиваются в Хорватии — применяется искусственное получение плавающих личинок. Устриц в мире выращивают много, каждый желающий их может отведать, но сделать это возможно только в местах их культивирования, ведь устриц преимущественно едят сырыми.



Рис. 38. Устрица съедобная (*Ostrea edulis*)
(no <https://pxhere.com/ru/photo/559304>)

Мидии. На территории России мидии (рис. 39) обитают в Охотском, Японском и Черном морях, но только в тех местах, где до них не может добраться крупные хищники, в том числе, брюхоногий моллюск рапана. Рапаны попали в Черное море из Японского моря, путешествуя на днищах и балластных водах судов. Не имея врагов в новом месте, они уничтожили всех устриц и большую часть мидий. Однако мидии селятся на вертикальных скальных участках и сваях в безопасных для них местах. В настоящее время в Черном море много мидийных коллекторов, поэтому выращивается достаточное их количество. Многие страны мира занимаются разведением мидий. В мороженном виде они доступны каждому. Известно много видов мидий, вероятно, из всех моллюсков именно мидии потребляются человеком в наибольшем количестве. Мидии вкусны, хорошо перерабатываются, хранятся и их нетрудно выращивать на коллекторах. Известны обыкновенная европейская мидия (*Mytilus edulis*), дальневосточная гигантская (*Crenomytilus grayanus*), средиземноморско-черноморская (*M. galloprovincialis*), калифорнийская (*M. californianus*), мидия Магеллана (*M. magellanicus*) и другие.



Рис. 39. Мидия средиземноморская (*Mytilus galloprovincialis*) – наиболее широко культивируемые моллюски в мире и в России
(no <https://fermeragronom.ru/vyrashhivanie-midij/>)

Все мидии фильтруют воду, поэтому их выращивают только в чистой воде, размеры мидий в среднем составляют 80-150 мм, но есть и гиганты (более 25 см) — гигантская мидия, или мидия Грея — *Crenomytilus grayanus*, обитающая в Японском море. Мидий выращивают на вертикально вбитых сваях, горизонтальных коллекторах и плотках. Личиночная стадия у мидий также планктонная, которая прикрепляется для роста к субстрату и превращается в двустворчатого моллюска. Мидии умеют коллективно обороняться от хищников с помощью специальных, очень прочных биссусных нитей. Ими они приковывают хищного брюхоногого моллюска к камням, и тот умирает голодной смертью.

Морские гребешки. Эти моллюски очень вкусны, имеют крупную ногу желтоватого цвета, достигают крупных размеров, встречаются во всех морях и пользуются высоким спросом. Практически все виды гребешков съедобны. Известны следующие виды морских гребешков: *Argopecten irradians*, *Pecten maximus* и *Patinopecten yessoensis* (рис. 40) и др. Последний вид обитает в Японском море и у берегов России и широко культивируется в России, начиная с 80-х годов 20 века.



Рис. 40. Приморский гребешок (*Patinopecten yessoensis*, Jay, 1856)
в аквакультуре России
(no <https://www.babyblog.ru/community/Calendar/category/21033/page/24>)

Пригодными для культивирования приморского гребешка считаются чистые прибрежные акватории с глубинами 10-50 м, скоростью постоянных течений 0,05-0,3 м/сек; рН воды не менее 8,1-8,2; соленость не ниже 28‰ (оптимальная 32‰); содержание кислорода в воде – не менее 6 мг/л; температура воды не более 22°C (оптимальная 10-16°C). Дно должно быть песчаным или илисто-песчаным. На первом этапе культивирования собирают планктонные личинки на коллекторы, расположенные на установках, состоящих из системы основных и рабочих тросов. На установке 100х100м размещается 2000 гирлянд коллекторов. Коллектор состоит из мешочка оболочки, сшитой из капроновой сети, они обрастают моллюсками, пережившими несколько планктонных стадий развития. Второй этап – пересадка молоди в садки и подращивание до 1 года. В садки (проволочные каркасы, обтянутые сетью и связанные между собой по 10 штук в гирлянды) отсаживают по 250 экземпляров молоди. При качественной сортировке и нормальной зимовке без оседания садков на грунт выживаемость гребешков составляет 92-95%. Третий этап – выращивание гребешков до товарных размеров на грунте или подвесное выращивание гребешков на подвесных установках.

Клеммы. К двустворчатым моллюскам – клеммам относится большое количество разных видов съедобных и вкусных моллюсков, известных также как *вонголе* (рис. 41). В естественных условиях они живут в сыпучем грунте, при движении используют мясистую ногу. В основном их культивируют на грунте, иногда на коллекторах и плотках в странах Юго-Восточной Азии, Европы, США, Новой Зеландии и Австралии.



Рис. 41. Клеммы, или вонголе (*Mactra chinensis*) в аквакультуре
(no https://laotra.ru/zhivye_moreprodukty/vongole_morskie_o_sahalin)

В государствах Западной Европы также промышленно и выращивают кардиум, или съедобную сердцевидку (*Cerastoderma edule*). Молодь моллюска собирают в естественных условиях и переносят на заранее подготовленные участки дна, где кардиумы и растут до промысловых размеров.

Молодь клемм любых видов культивируют отдельно, затем переносят на очищенные участки дна или коллекторы. В последние годы приобретают популярность специализированные фермы по ее искусственному разведению. На одном квадратном метре можно содержать до 1 тысячи моллюсков. В общей сложности фермеры получают ежегодно около 100 тонн ценного диетического продукта. В США, Великобритании и Франции также разводят мерценарии (*Mercenaria mercenaria*), которые достигают 10-12 см в длину. Обитают они в основном на песчаных грунтах. Помимо указанных видов в аквакультуре разводят и других морских моллюсков. Так, мия — (*Mya arenaria*) песчаная ракушка, выращиваемая в США и странах Юго-Восточной Азии. Моллюсков (*Anodara granosa*, *A. subcrenata*, *Athrina japonica*, *Fulvia lusorina*, *Sinovaculata constricta*) собирают в местах естественного обитания и пересаживают в места культивирования. В Японии выращивают тапеса (*Tapes semidecussata*), в Южной Корее — хамагури (*Meretrix lusorina*), в Австралии, Новой Зеландии и Венесуэле — перну (*Perna perna*), с использованием коллекторов и субстратов.

Морское ушко. Этот моллюск представляет другую группу морских моллюсков — класс Брюхоногих (Gastropoda). Морские ушки, или галиотисы (*Haliotis*), абалон — род брюхоногих моллюсков из подкласса Vetigastropoda, выделяемый в семейство — Haliotidae. Морские ушки, или морские улитки, относятся к одному общему роду *Haliotis* (рис. 42).



Рис. 42. Морские ушки розовый абалон (*Haliotis corrugata*) — широко культивируемый моллюск в США ([no https://subscribe.ru/group/obo-vsyomponemnogu/16208214/](https://subscribe.ru/group/obo-vsyomponemnogu/16208214/))

Известно более 80 видов ушек, обитающих в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах. В российских водах морское ушко встречается у берегов Камчатки. Раковина морского ушка по форме напоминает человеческое ухо и имеет круглые отверстия на краю (рис. 43). Через отверстие выходят отростки мантии моллюска. Сама раковина очень красива, ярко окрашена, внутренняя сторона ее покрыта перламутром. Морские ушки ценятся за высокие вкусовые качества мяса, красивую раковину и перламутр. Среди них есть гиганты — *Haliotis gigantea*, — раковина которых может быть более 20 см длиной. Культивируют морские ушки в Японии, США, Австралии, а также в Средиземном море (Японии — *H. discus*, США — *H. fulgenes*, *H. rufescens* и *H. corrigata*).



Рис. 43. Раковина моллюска абалон, или морское ушко
(no <https://encyclopedia.silver-lines.ru/kamen/abalon>)

Как и большинство моллюсков, галиотисы имеют сложный жизненный цикл (рис. 44), включающий 1-2 стадии пелагических плавающих личинок. Молодых галиотисов выращивают в бассейнах, затем их переносят на участки морского дна либо в садки.

В последнее время интерес к выращиванию беспозвоночных животных в аквакультуре резко возрастает и не только в станах, где традиционно они широко применяются в пищу (Китай, Франция, Италия, Япония и др.), но и в странах Юго-Восточной Азии, где такие фермы являются хорошим бизнес-проектом для экспорта.

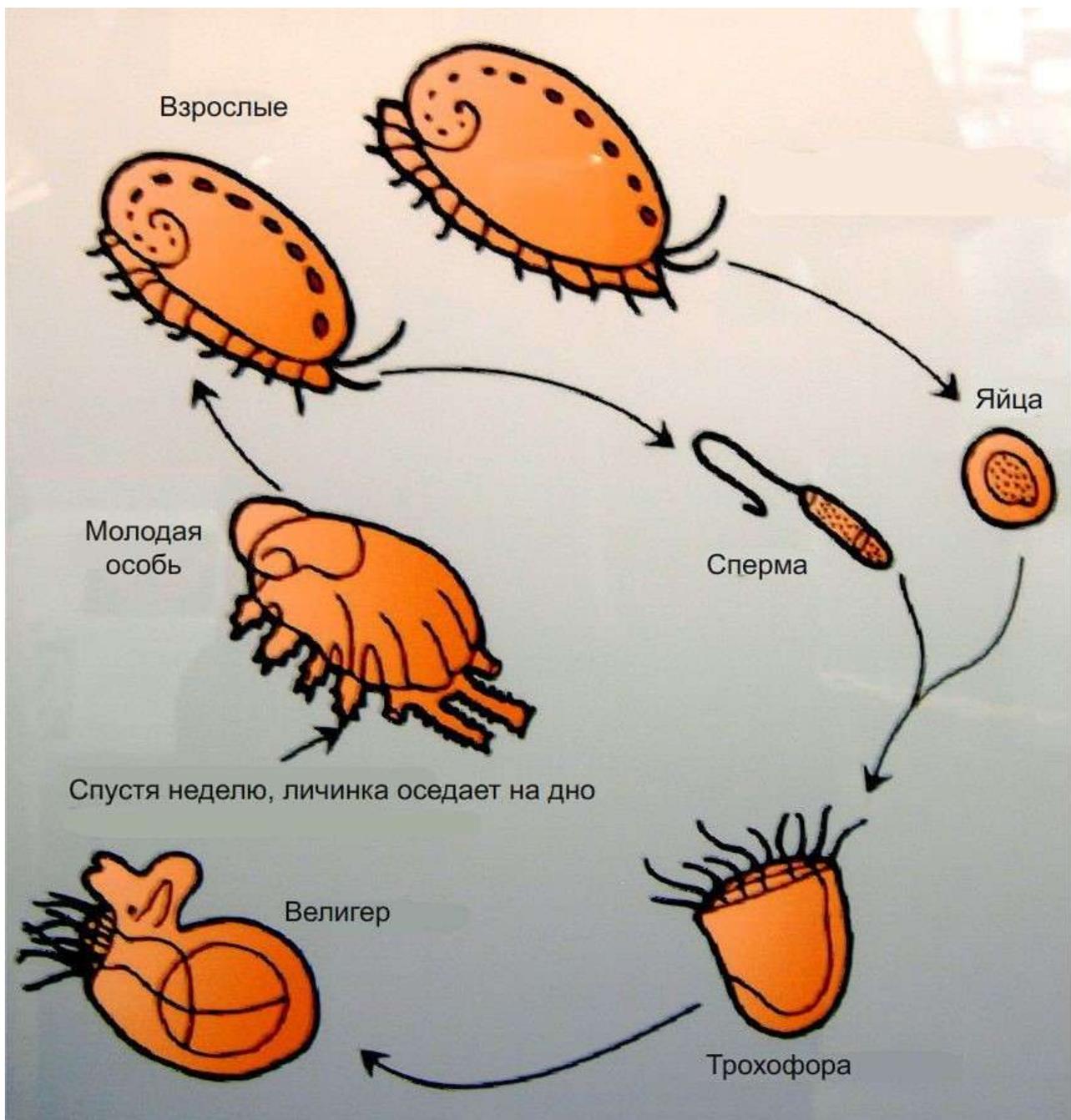


Рис. 44. Жизненный цикл розового абалона (*Haliotis corrugata*)
(no http://biology.fullerton.edu/biol317/im/s09/ft_s09_bio317s090130_ca/biol317_s090130_ca_84.html)

Расширяется список видов беспозвоночных животных объектов аквакультуры, относящихся к ракообразным и моллюскам, промышленное культивирование которых насчитывает уже не одно десятилетие. В последние годы появляется интерес и к культивированию иглокожих.

К типу **иглокожих** (Echinodermata) относится древняя группа морских беспозвоночных с оригинальной формой тела, напоминающих звезду (морские звезды), цветок (морские лилии), шар (морские ежи), огурец (голотурии) и др. На Дальнем Востоке выращивают дальневосточную голотурию — **трепанга** (*Apostichopus japonicus*), лидером выращивания которого, как и потребления сегодня является Китай.



Рис. 45. Завод по разведению трепанга (*Apostichopus japonicus*) в Хасанском районе Приморья, Россия (no https://vladnews.ru/2013-07-01/51774/zavode_vyrashchivaniyu)

Дальневосточный трепанг — вид иглокожих из класса **голотурий** (Holothuroidea). Имеет вытянутое тело, в сечении, почти трапециевидное, несколько сплющенное, особенно в нижней части. Достигает длины 43 см, ширины 9 см и массы 1,5 кг (рис. 45, 46). Обитает в северной части Жёлтого и Восточно-Китайского морей, большей части побережья Японского моря, на восточном побережье Японии и в самой южной части Охотского моря в

прибрежной зоне Курил и южнее центрального Сахалина. Встречается на глубинах от уреза воды до 150 м.

По типу питания — собирающий детритофаг: захватывает околоротовыми щупальцами верхний слой рыхлого осадка или частицы осаждённой взвеси на поверхности грунтов. Продолжительность жизни до 10—11 лет, половая зрелость наступает на втором году жизни. Враги — крупные морские звёзды и человек. Традиционно используется для приготовления морских салатов, как правило, в варёном или тушеном виде. Экспортируется в сушёном виде. Имеет приятный, но специфичный вкус. Является деликатесом в японской, корейской, китайской кухнях. В последние годы становится популярным и в России.



Рис. 46. Дальневосточный трепанг – представитель типа иглокожих
(no http://trepang-dv.ru/news/docs/profile/news_links.html)

Культивирование трепанга основано главным образом на получении молоди в заводских условиях с последующим подращиванием её в естественных или искусственных водоемах, а также в плавучих садках.

Современные ежегодные возможности заводов Приморья – это 18 – 20 млн мальков дальневосточного трепанга (рис. 47). К 2017 году построено около 10 предприятий разной мощности.



Рис. 47. Бассейны для выращивания личинок трепанга (завод в бухте Киевка). Внешний вид цеха компании «Бионт» в заливе Славянском (зал. Петра Великого) (по Ковачева Н.П. – <http://www.seaurchinfarm.no/>)

Проблемы при культивировании дальневосточного трепанга (по Ковачева Н.П. – <http://www.seaurchinfarm.no/>):

- Трудности культивирования трепанга связаны со сложностью получения и выращивания личинок до стадии оседания в искусственных условиях.
- Для успешного завершения пелагического периода развития личинок необходимы бассейны с регулируемыми параметрами среды.

- В процессе выращивания трепанга необходимо ежедневно удалять со дна бассейнов отмершие организмы, продукты жизнедеятельности и регулярно менять воду.
- Высокая смертность на ранних стадиях развития личинок дальневосточного трепанга.
- Ко времени появления личинок необходимо подготовить культуры микроводорослей для своевременного обеспечения личинок кормом.

Аквакультура иглокожих – *морские ежи* (по Ковачева Н.П. – <http://www.searchinfarm.no/>) (рис. 48). Это очень ценный биологический продукт.

Икра морских ежей содержит 9 «человеческих» незаменимых аминокислот, которые не вырабатываются организмом человека. Последние занимают 48% всего белкового состава икры.

Абсолютный рекорд содержания витамина В₁₂ – 250 мкг/100 грамм. Это в 4 раза больше, чем в говяжьей печени. 37,5% всего жирового состава икры – ОМЕГА-3. Состав икры богат витаминами А, Е, D, РР, С, К₁, витаминами группы В и другими.

Емкость рынка морских ежей по миру около 80 тыс. тонн. Икра морского ежа традиционно употребляется в пищу жителями побережий Средиземного моря, Северной и Южной Америки, Новой Зеландии и Японии.



Рис. 48. Серый морской ёж (*Strongylocentrotus intermedius*)
(no <https://fishnews.ru/news/38165>)

Япония — главный мировой потребитель икры морского ежа (рис. 49). Жителями Японии ежегодно употребляется около 5000 тонн этого продукта. В начале 2000-х гг. в ПИПРО начаты работы по культивированию зеленого морского ежа *S. droebachiensis* (Воробьева и др, 2003, Воробьева и др, 2004; Воробьева, Двинин, 2005; Altov et al., 2005) (цит. по Ковачева Н.П. – <http://www.seaurchinfarm.no/>). Исследования выполнялись в 2002–2005 гг. и в 2007 г. в губе Ура (Шацкий А.В., 2012).

Сбор ежей – водолазным способом на глубине 2–5 м; сортировка по массе; размещение в пластмассовые перфорированные ящики. Ежей держать в толще воды на глубине 5 м. Плотность посадки – не более 30 особей на ящик.

При кормлении искусственными кормами происходит ускорение репродуктивного роста, и масса гонад увеличивается почти в два раза по сравнению с исходным состоянием. Для получения гонад с наилучшими качествами, подкармливание зеленого морского ежа в искусственных условиях необходимо начинать сразу после завершения нереста. Продолжительность кормления – не менее 120 суток. Оптимальный корм – бурая водоросль ламинария (*Saccharina latissima*).

Целесообразность культивирования морского ежа в следующем:

- при содержании и кормлении в искусственных условиях масса гонад увеличивается значительно быстрее;
- при кормлении ламинарией значительно улучшается качество гонад;
- передержка с подкармливанием снимает противоречие между оптимальными сроками промысла (июль-август) и временем достижения гонадами наилучших кондиций (октябрь-март);
- за 120 суток кормления масса гонад ежей увеличивается более чем в 3,9 раза по сравнению с исходным состоянием в июле и в 2,3 раза по сравнению с массой гонад ежей, выловленных в естественной среде в ноябре.



Рис. 49. Икра морского ежа
(по Ковачева Н.П. –
<http://www.seaurchinfarm.no/>)

В Российской Федерации Министерством сельского хозяйства в 2014 году утвержден классификатор видов рыб и беспозвоночных, являющихся объектами аквакультуры в России, полный список видов можно найти по ссылке: http://aquacultura.org/upload/files/pdf/4_52_классификатор.pdf

Аквакультура – бурно развивающаяся область биотехнологии и промышленного производства водных животных, поэтому с каждым годом количество видов объектов аквакультуры растет.

Глава 3. Декоративные и экзотические виды в аквариумах

Аквариумное рыбоводство — составная часть зоокультуры, которая занимается разработкой рациональных методов содержания и размножения рыб. На аквариумных технологиях базируется промышленное рыбоводство и самое перспективное его направление аквакультура. Помимо промышленного рыбоводства, как части пищевой индустрии, существует декоративное, предметом которого являются аквариумные рыбки.

Аквариумное растениеводство развивалось параллельно с рыбоводством с момента появления стеклянных аквариумов, но растения выполняли вспомогательную роль для оформления аквариумов. В последние годы появилось множество аквариумистов, для которых основным хобби стало разведение аквариумных растений и культивирование «подводных садиков». Такие аквариумисты ставят перед собой различные цели: озеленение аквариумного и комнатного интерьера, коллекционирование аквариумных растений, исследовательская работа с зелёной культурой и разведение растений для продажи (рис. 50).



Рис. 50. Панорамный аквариум в интерьере
(no <https://womanadvice.ru/panoramnyy-akvarium>)

С какой бы целью люди не держали дома аквариум, так или иначе им приходится решать эстетические задачи, то есть заниматься аквадизайном. Аквадизайн (англ. design) — художественное проектирование аквариумов и их предметной среды (рис. 50).

Акваскейпинг (англ. aquascaping) — это искусство оформления аквариумов, при котором сам аквариум становится живой картиной. Главное в таком аквариуме — эстетическое восприятие. Рост и распространение по территории аквариума ограничены строгим видением художника своей картины. Одним из основных стилей акваскейпинга является стиль — Природный Аквариум (англ. Nature Aquarium). Создателем этого стиля в аквариумном искусстве является японский фотохудожник и аквадизайнер Такаси Амано. Основой нового направления в аквариумистике (Природного аквариума) является принцип построения японских садов камней.



Рис. 51. Морской аквариум с кораллами, актиниями и рыбами-клоунами
(no https://seaforum.aqualogo.ru/profile/25043-ammaya/content/page/8/?type=forums_topic_post)

Аквариумы и океанариумы. Аквариумы — учреждения, где содержатся представители водной фауны, в первую очередь аквариумные рыбы, а также водной флоры с целью их изучения и демонстрации, а также в качестве банка генетического материала исчезающих видов. Аквариумы с морской водой часто называют морскими (англ. Marine aquarium) (рис. 51).

Океанариумы — крупные аквариумы, содержащие гидробионтов, обитающих в морской воде. Для лучшего обзора и эффекта присутствия в океанариумах прокладывают прозрачные туннели, это позволяет посетителям оказаться «внутри» океана, окруженными водой и морскими обитателями. В Санкт-Петербургском океанариуме 35-метровый прозрачный водный тоннель оборудован движущейся дорожкой. В московском «Москвариуме» также существует подводный туннель для посетителей, которые через его стенки могут знакомиться с морской фауной.

Первые *исторические упоминания* о разведении рыб связаны с Египтом и Ассирией. В Египте уже несколько тысячелетий назад начали разводить африканских тилапий. Архитекторы Вавилона, в висячих садах Семирамиды создавали открытые декоративные пруды с рыбами ещё в IX в до н. э. Во дворцах для тех же целей устанавливались каменные чаши-бассейны. Разведенные рыбы, прирученные домашние животные принесли человеку лавры царя природы.

Начало аквариумистике с серьёзным научным подходом по выведению декоративных рыб, было положено в Китае, во время правления династии Тан (618-907 гг.). В буддистских монастырях того времени появились первые золотые рыбки, как результат генетической мутации, отличающиеся от обычного серебряного карася (*Carassius gibelio*), яркой окраской.

Научные работы по изучению гидробиологии с описанием известных на тот момент видов рыб были проведены Аристотелем, Теофрастом и Люциусом Апулеем.

В 1834 году «матерью аквариумистики» Жанной Вильпрё-Пауэр были созданы клетки «а-ля Пауэр», которые впоследствии стали называться аквариумами.

В 1841 году появился аквариум (англ. aquarium) в современном понимании этого слова. В нем содержались растения и аквариумные рыбки. Английский учёный Н. Вард (Nathaniel Bagshaw Ward) (1791-1868), известен тем, что в 1829 году начал выращивать растения в стеклянных сосудах и так стал одним из прародителей современного аквариума. Вард поселил в стеклянный сосуд золотых рыбок вместе с растением валлиснерией (*Vallisneria L.* 1753).

Развитие аквариумистики в современном понимании этого слова связано с деятельностью многих энтузиастов этого дела. К которым по праву можно отнести Георга Маркграфа (Georg Markgraf), Виллема Пизона (Willem Piso),

Джеймса Сауэрби, И.М. Бехштейна (Johann Matthäus Bechstein), Н. Варда (Nathaniel Bagshaw Ward), Ф.Г. Госсе (Philip Henry Gosse), Э.А. Россмесслера (Adolf Rossmessler), Г. Егера (Gustav Jäger), Альфреда Брема (Alfred Edmund Brehm), Пьера Карбонье (Pierre Carbonnier) и многих других.

Упоминания о заморских золотых рыбках в России встречаются уже в свидетельствах XV века — времен Великого князя московского Василия Темного. В 1862 году во время создания Московского Зоологического сада возникает идея устройства общественного «Аквариума». В 1864 году официально Императорским Русским Обществом акклиматизации животных и растений организован Московский зоопарк (зоосад). На его территории строится помещение для «Морского Аквариума», однако из-за сложностей с доставкой животных помещение не используется по назначению. Значительный вклад в развитие аквариумистики в России внесли А.П. Богданова, Л.П. Сабанеев, А.С. Мещерский, В.С. Мельников, Н.Ф. Золотницкий, А.И. Гамбургер и многие другие энтузиасты этого движения.

В 1878 году в Московском зоологическом саду открылась 2-я акклиматизационная выставка, на которой были выставлены многочисленные аквариумы с золотыми рыбками, телескопами, серебряными карасями и гурами.

С 1900 по 1912 год любительская аквариумистика приобретает характер массового хобби, а разведение аквариумных рыб достигает почти промышленных масштабов. В эти годы в Москве, Киеве и Петербурге открываются массовые клубы аквариумистов, выходят аквариумные журналы, устраиваются ежегодные аквариумные выставки.

6 декабря 1904 г. в Московском зоопарке по инициативе московского кружка отдела ихтиологии и при поддержке меценатов открывается двухэтажный дом, названный «Аквариум» с гидробиологической лабораторией и с постоянно действующей выставкой рыб и растений.

В 1905 году кружок любителей аквариума и террариума преобразуется в Московское общество любителей аквариума и комнатных растений, которое по-прежнему возглавляет Н.Ф. Золотницкий. Этот выдающийся ученый и популяризатор еще в 1885 году писал: *«Ничто не может так напоминать природу, как аквариум... Любить природу свойственно душе человека»*.

В 30-е годы в крупных городах Советского Союза открываются кружки аквариумистики и аквариумного рыбоводства. Создается первая государственная рыборазводня под Москвой, которая начинает снабжать открывающиеся зоомагазины и «птичьи рынки» страны рыбами и аквариумными растениями, медицинские и научные учреждения — аксолотлями, а также поставлять рыбок в школы и детские сады. В середине 30-х гг. в зоопарках

Москвы и Ленинграда открываются постоянно действующие павильоны «Аквариумы».

Аквариумистика — весьма древнее, распространённое и разностороннее хобби. В ряде стран это хобби называют «фишкипинг» (англ. fishkeeping) и это весьма обширное поле деятельности. Аквариумистика имеет множество направлений: одни аквариумисты больше увлечены рыбами, другие оказываются поклонниками разведения рептилий или беспозвоночных, в том числе кораллов, третьи — аквариумным садоводством, в таком аквариуме находятся одни растения или кораллы, и нет рыб. Иногда, одновременно с аквариумом, аквариумисты заводят террариум, в котором содержатся, например, земноводные.

Помимо основных *аквариумных правил*: регулярной подмены воды при сохранении её параметров, использованию аквариумных фильтров, поддержания чистоты в аквариуме и кормления его обитателей, аквариумисты сталкиваются с разными проблемами: болезнями рыб и растений, адаптацией организмов к аквариумным условиям и многим другим. Это и подталкивает любителей аквариумистов к глубокому изучению проблем и к переходу от простого любительского рыбоводства и аквариумного растениеводства, к профессиональному научному подходу, подкреплённому научными знаниями.

Аквариумистика позволяют человеку реализовывать свои глубинные желания: чувствовать себя творцом своего особого мира, выступать в этом мире в качестве вершителя судеб.

Среди аквариумистов-любителей имеются представители различных специальностей, каждый из которых вносит что-то особенное в развитие научной аквариумистики. Через руки аквариумистов проходят *сотни видов* рыб, растений, беспозвоночных и других гидробионтов. Огромное значение имеют все исследования аквариумистов. Среди них: исследования, связанные с кормлением рыб и созданием различных видов корма, изучение различных заболеваний рыб и выяснения методов борьбы с ними, исследования, связанные с выведением новых пород и гибридов, и генетические исследования, изучение причин изменения соотношения полов в потомстве у рыб. Эти знания применяются не только в аквариумном и промышленном рыбоводстве, а дают возможность для проведения биофизических и эмбриологических исследований, используются в ветеринарии и медицине.

Аквариумисты, благодаря своим исследованиям и разработкам вносят свой вклад в *Международную программу по спасению редких и исчезающих видов*. Так, нередко, аквариумная популяция некоторых видов рыб (вишневого и чёрного барбусы, глянцевого амека, цинолебиас Констанцы, цейлонский макропод и многие другие) по численности превосходит природную популяцию. А в

океанариумах и крупных аквариумах мира ведется огромная работа по сохранению генетического материала. То есть, появляется своего рода *генетические банки*.

В связи с бурным развитием генетики, *селекция* обитателей аквариумов получила новые возможности. Среди опытных аквариумистов не существует таких, которые не вели бы отбора среди своих питомцев. Можно выделить две формы отбора: отбраковка от основной формы, предъявляемой к рыбам данного вида, а также, выведение новых декоративных форм, отличающихся новыми свойствами (рис. 52).



Рис. 52. Различные цветовые вариации дискусов, выведенные аквариумистами
(no <https://aquastatus.ru/viewtopic.php?t=18721&start=100>)

Выбраковка особей, уклоняющихся от желательного селекционируемого типа, должна быть жёсткой. В результате отбора получаются: гибриды — конечные продукты скрещивания, как минимум, разных видов или помесь — результат смешения пород. В практике применяются следующие формы скрещивания:

- промышленное (массовое) — обеспечивает рост разнообразия;
- синтетическое скрещивание — позволяет совмещать желательные признаки исходных пород;
- вводное скрещивание — обеспечивает совершенствование породы путём усиления её на новом улучшающем генетическом материале;

- поглотительное — после исходного скрещивания двух пород проводится соединение помесей с особями породы-улучшателя;
- альтернативное скрещивание — попеременное спаривание помесей после первого скрещивания с особями двух исходных пород.

Хорошим примером является выведенный в Японии карп-кои. Карпы кои или парчовые карпы (англ. Koi, яп. 鯉) — декоративные рыбы, выведенные из природной формы амурского сазана (*Cyprinus rubrofuscus*). Япония и сегодня остается лидером по разведению и гибридизации. Селекция карпа ведется более 2500 лет. На традиционных выставках, организуемых в Японии, можно встретить до 50 цветовых вариаций кои одновременно (рис. 53), а цена отдельных экземпляров может превосходить 10 000 долларов США.



Рис. 53. Некоторые разновидности в окраске карпов-кои
(no <https://tainy.net/70839-akvarium-s-rybkami-po-fen-shuj-luchshij-talisman-bogatstva.html>)

В настоящее время в мире насчитывается около 1500 специализированных аквариумных экспозиций, являющимися одними из привлекательнейших мест массовых развлечений и отдыха. Наличие в городе Аквариума или Океанариума повышает его престиж.

Не нужно забывать, что аквариумисты вносят посильный вклад и в Международные программы по спасению редких и исчезающих видов гидробионтов.

Глава 4. Основные паразитарно-экологические проблемы аквакультуры

Экологические проблемы аквакультуры сходны с таковыми других агроценозов на суше и обусловлены бедным видовым разнообразием, высокой численностью особей на небольших пространствах (рис. 54), необходимостью постоянного пополнения ресурсов среды человеком и опасностью распространения паразитов и болезней, которые в аквакультуре часто приобретают характер взрывных эпизоотий при несоблюдении ветеринарных норм и контроля.



Рис. 54. Высокая плотность посадки рыбы в бассейнах требует постоянного пополнения пищевых ресурсов
(no <https://www.webstudiosolutions.com/domains/cnet/antiguaicod/hydroponics-aquaculture-and-more.html>)

Водная среда богата паразитами со сложными циклами развития, вовлекающих как водных, так и наземных животных. В отличие от птицеводства, животноводства в закрытых помещениях, водоемы и бассейны для аквакультур часто открыты и непосредственно контактируют с внешней экологической средой, как водной, так и наземно-воздушной.

Паразитарные-экологические проблемы аквакультуры зависят от способа разведения животных, объектов аквакультуры (рис. 55). При разведении животных в искусственных бассейнах в закрытых помещениях УЗВ (широко применяется для выращивания молоди рыб) проблемы будут отличаться от таковых в аквафермах, использующих метод сетчатых садков в прибрежной акватории крупного водоема или, даже, океана.

Аквакультура в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), по сути, является технологией для выращивания рыб или других водных организмов с повторным использованием воды для целей производства. Данная технология основана на применении механических и биологических фильтров и, в сущности, может использоваться для выращивания любых объектов аквакультуры, например, рыб, креветок, двустворчатых моллюсков и т.д.



Рис. 55. Выращивание животных аквакультуры в сетчатых садках прибрежной зоны моря (*no <https://rusinfo.info/marikultura-cto-eto-takoe>*)

При данной технологии паразитарно-экологические проблемы при культивировании минимальны. Тем не менее, рециркуляционные технологии применяются, главным образом, в рыбоводстве. Рециркуляция быстро развивается во многих областях рыбоводного сектора, предоставляя широкий выбор для всех заинтересованных лиц. УЗВ используются в широком спектре производственных единиц: от огромных промышленных предприятий, производящих много тонн рыбы в год, до небольших специализированных систем, используемых для пополнения запасов или для спасения исчезающих видов. Рециркуляция воды может происходить с различной интенсивностью, в зависимости от того, какое количество воды рециркулируется или используется повторно. Некоторые хозяйства представляют собой сверхинтенсивные рыбоводные системы, расположенные в крытых, изолированных зданиях и использующих всего лишь 200 литров свежей воды на килограмм произведённой рыбы, тогда как другие системы являются традиционными хозяйствами под открытым небом, преобразованными в УЗВ и использующими около 3 м³ свежей воды на килограмм произведённой рыбы. Традиционная проточная система для выращивания форели обычно использует около 30 м³ на килограмм.

С экологической точки зрения, меньшее количество используемой в УЗВ воды, бесспорно, является благоприятным, поскольку во многих регионах вода превратилась в ограниченный ресурс. Благодаря меньшему потреблению воды, удаление продуктов жизнедеятельности рыб также становится более легким и дешевым, так как объем сбрасываемой воды намного меньше такового, сбрасываемого традиционными рыбными хозяйствами. Поэтому аквакультура в УЗВ может считаться наиболее экологическим методом производства рыбы на коммерчески жизнеспособном уровне.

Наиболее интересным, однако, является то, что ограниченное использование воды также дает большие преимущества с точки зрения продукции рыбного хозяйства. Традиционное рыбоводство полностью зависит от внешних условий, таких как температура воды в реке, чистота воды, уровни кислорода, растения и листья, плывущие вниз по воде и забивающие решетки водозаборов, и т.д. В УЗВ эти внешние факторы исключаются либо полностью, либо частично, в зависимости от степени рециркуляции и конструкции установки. Рециркуляция позволяет рыбоводам полностью контролировать все производственные параметры, и навыки рыбовода в управлении УЗВ становятся не менее важными, чем его способность к уходу за рыбой. Контроль таких параметров, как температура воды, уровни кислорода или даже дневной свет, обеспечивает стабильные и оптимальные условия для рыб, что, в свою очередь, приводит к меньшему стрессу и лучшему росту. Результатом подобных стабильных условий становится постоянный и предсказуемый рост,

позволяющий рыбоводу точно прогнозировать, когда рыба достигнет определенного этапа развития или размера. Важнейшим преимуществом этого является возможность составления точного производственного плана и прогнозирования точного времени, когда рыба будет готова к реализации. Это оказывает благоприятное влияние на общее управление хозяйством и улучшает способность рыбоводов к конкурентоспособной реализации рыбы.

Использование рециркуляционных технологий в рыбоводстве имеет еще много других преимуществ, которые будут рассмотрены в последующих главах. Однако одним из важнейших таких преимуществ, о котором следует упомянуть уже сейчас, является аспект заболеваний. В УЗВ воздействие патогенов значительно снижено, поскольку попадание в установку инвазионных заболеваний из окружающей среды сведено к минимуму вследствие ограниченного использования воды. В обычных условиях вода для рыбоводства берется из реки, озера или моря, что, естественно, повышает риск внесения заболеваний. В УЗВ, благодаря ограниченному потреблению воды, вода обычно берется из скважины, дренажной системы или ключа, где риск заболеваний минимален (рис. 56).



Рис. 56. Высокотехнологичная акваферма закрытого типа –
Установка замкнутого водоснабжения (УЗВ) (*no <https://mcx.gov.ru/press-service/regions/v-kemerovskoy-oblasti-g-yurga-zapushchena-pervaya-ochered-zavoda-po-proizvodstvu-raduzhnoy-foreli-na/>*)

Фактически, во многих УЗВ совсем нет проблем с заболеваниями, поэтому использование лекарственных средств значительно снижено, что благотворно влияет как на производство, так и на окружающую среду.

Пожалуй, с максимальным количеством паразитарно-экологических проблем сталкиваются те аквафермы, которые используют метод содержания животных в незакрытых искусственных бассейнах или естественных прудах (рис. 57-59).

При таком методе разведения, широко применяемом в России для выращивания товарной рыбы, кроме паразитов и болезней непосредственно из водной среды, часто болезни и паразитов заносят водоплавающие птицы, и птицы околководного комплекса, которые являются неотъемлемой частью пейзажа акваферм.



Рис. 57. Открытые бассейны для выращивания карпа (*no <https://jackwharperconstruction.com/improvement/razvedenie-ryby-v-iskusstvennyh-vodoemah-gotovim-prud-k-zaseleniu.html>*)

Также, из экологических факторов, влияющих на продуктивность и качество продукции аквакультур, следует отметить загрязнения воздушной и водной среды, которые необходимо учитывать, так как аквафермы, как и любое интенсивное производство связано с необходимостью размещения мест разведения водных животных в непосредственной близости от трудовых, инфраструктурных и бытовых ресурсов.



Рис. 58. Чайки – постоянные спутники акваферм по разведению рыбы
(no https://zen.yandex.ru/media/id/5e1db582118d7f00adfc5f6c/vyrascennaia-ryba-ili-hto-takoe-akvakultura-5e1dd9f986c4a900b11c3de2?feed_exp=tag_feed&from=feed&rid=2465359344.468.1580866788676.86569)



Рис. 59. Крупная акваферма, Иран (no <https://www.usgs.gov/atom/62251>)

Глава 5. Основные паразиты и возбудители заболеваний животных – объектов аквакультуры

В рамках данного учебного пособия слушатели познакомятся только с основными паразитами и возбудителями инфекционных заболеваний животных – объектов аквакультуры. Конечно, ветеринары могут столкнуться в своей работе и с редкими паразитами, которые могут вызывать существенный экономический ущерб предприятиям аквакультуры особенно в специфических местах разведения и при определённом стечении экологических факторов. Паразиты животных, являющихся объектами аквакультуры, относятся к различным типам и классам, однако их жизненный цикл весь или частично проходит в водной среде. При анализе животных, в частности рыб, необходимо обратить внимание прежде всего на кожные покровы и состояние жабр (рис. 60, 61).

5.1. Болезни рыб



Рис. 60. Кожные покровы и жабры рыб необходимо осматривать в первую очередь при подозрении на паразитарные и инфекционные заболевания (*no <https://www.wired2fish.com/biology/pouring-soda-on-fish-gills-does-it-actually-work/>*)

Простейшие, в основной массе – водные одноклеточные животные, поэтому среди них много и паразитов животных, являющихся объектами аквакультуры, не только рыб, но и беспозвоночных (среди наиболее опасных –

инфузории и, особенно, ихтиофтириус (рис. 61), споровики, включая миксо- и микроспоридий (рис. 62), кокцидии и др.).

Ихтиофтириоз:

Известен также под названиями “Манка”, “ихтик”, “White spot disease” (болезнь белых точек), “Ich”, “Ick”.

Возбудитель:

Паразитические равноресничные инфузории *Ichthyophthirius multifiliis*.

Симптоматика очень характерна – на теле рыбы появляются белые точки до 1 мм в диаметре. Каждая точка – отдельный паразит. При температуре 22-25°C паразит достигает взрослых размеров за 4-6 дней и становится виден невооруженным глазом.

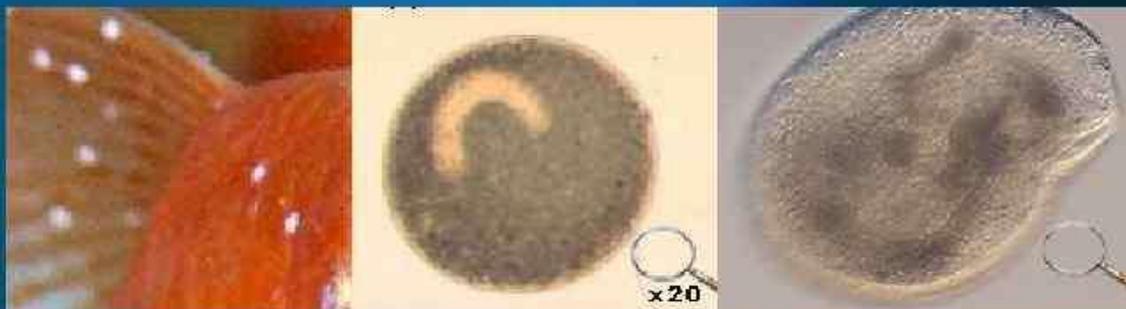
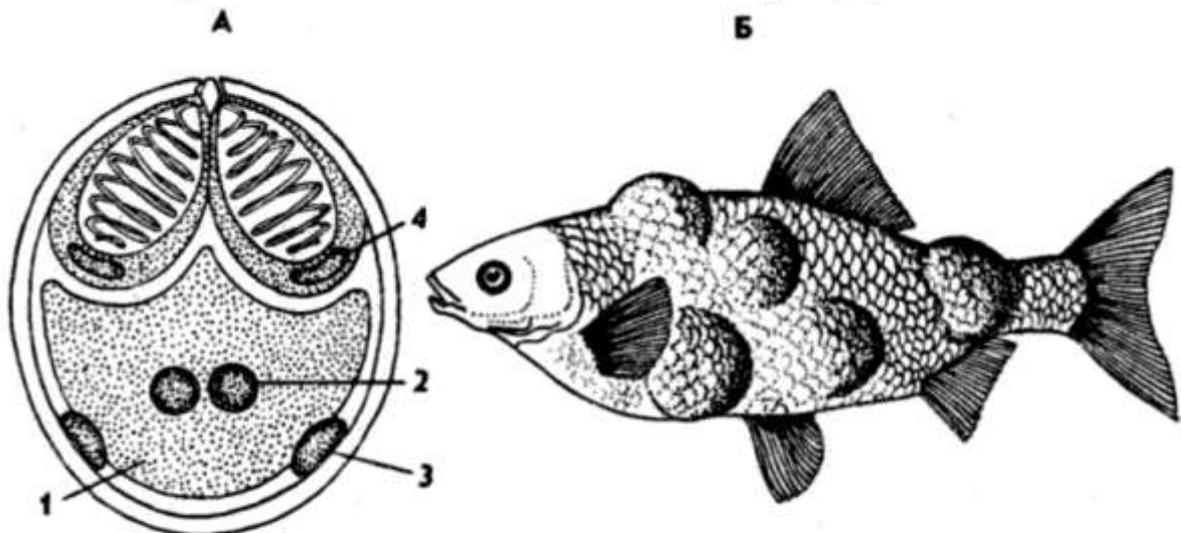


Рис. 61. Ихтиофтириоз – возбудитель инфузория и симптомы заболевания у рыб (*no <https://ppt-online.org/623732>*)

Второй группой паразитов животных аквакультуры являются гельминты, среди наиболее распространенных – плоские и круглые черви. Небольшие количества червей часто наблюдаются и на здоровых особях, а их высокая нагрузка вызывает болезни и даже гибель хозяина. В системе аквакультуры особенно при разведении молоди, маточное стадо с небольшим числом нематод может не проявлять признаки заболевания, но они имеют сниженный репродуктивный потенциал.

Кроме вреда для самих животных аквакультуры, гельминтозы могут быть опасными для человека как потребителя продукции (рис. 63, 64), в любом случае рыба, зараженная гельминтами, не является качественной товарной продукцией. Кольчатые черви редко доставляют проблемы при разведении рыбы. Среди других групп животных опасными паразитами могут быть и некоторые членистоногие, например, рыба вошь из ракообразных (рис. 65).

Тип Мухозоа – Миксоспоридии



Строение споры миксоспоридия *Мухоболус*, вызывающего шишечную болезнь у рыб (по Хаусману): А – спора, Б – рыба, пораженная миксоспоридиями; 1 – амeboидный зародыш, 2 – ядра зародыша, 3 – ядра створок споры, 4 – ядра стрекательных капсул

Рис. 62. Миксоспоридии рода *Мухоболус* вызывают опасное заболевание рыб, признаки которого хорошо заметны на кожных покровах
(no <https://ppt-online.org/121879>)



Рис. 63. Лигулез рыб – заболевание, вызываемое плоскими червями–ремнецами (*Ligula intestinalis*) (no <https://parazity.com/kushaem/zarazno/chervi-v-rybe.html>)



Рис. 64. Фотография нематоды рода *Capillaria* с типичной для круглого червя формой ([no https://aquavitro.org/2016/10/26/nematody-v-rybe/](https://aquavitro.org/2016/10/26/nematody-v-rybe/))

Большой урон аквакультуре могут нанести микозы (рис. 66) и другие инфекционные заболевания животных, являющихся объектами аквакультуры. Из низших водных грибов особое значение занимает группа хитридиальных грибов (*Chytridiales*), среди которых встречаются облигатные паразиты рыб и беспозвоночных животных аквакультуры, часто именно эти грибы вызывают масштабные эпизоотии в хозяйствах с высокой летальностью.

Если для лечения бактериальных инфекций животных объектов аквакультуры с успехом применяют антибиотики, которые добавляют к кормам, то для лечения вирусных заболеваний надлежащих методов лечения на сегодняшний день практически не существует. А именно, вирусные заболевания поражают как рыб (инфекционный некроз поджелудочной железы лососей, вирусная геморрагическая септицемия форели), так и беспозвоночных ракообразных (болезнь Таура, синдром белых пятен, синдром желтой головы, пузырьчатая болезнь креветок) и моллюсков (герпесвирусная болезнь устриц, гематоцитная вирусная болезнь), при этом летальность может достигать 90%. В креветочных хозяйствах, зараженных вирусом синдрома белых пятен, более 90%

всей популяции ракообразных может погибнуть в течение нескольких дней. Единственным способом борьбы с вирусными заболеваниями в условиях аквакультуры часто бывает полное уничтожение животных и дезинфекция бассейнов и всего оборудования.



Рис. 65. Ракообразные могут причинять существенный вред рыбе, разводимой в аквакультуре и, прежде всего, рыба-вошь *Argulus foliaceus* – паразитический рачок из отряда жаброхвостых (Branchiura)
(no <https://zooclub.ru/invertebrata/crustacea/karpoviye-vshi-karpoyedy-branchiura.shtml>)

При распространении инфекционных заболеваний важную роль имеют ненадлежащие условия выращивания – низкая или наоборот, высокая температура воды, ее загрязнение и недостаток кислорода, антисанитария бассейнов и инструментария, а также контакт с птицами или млекопитающими (грызуны, кошки, собаки и другие). Причем устранение неконтролируемых миграций как домашних, так и диких птиц и млекопитающих, важнейшая задача организации акваферм, так как многие гельминтозы тоже могут быть занесены извне.

Важным источником микробного или вирусного (рис. 67, 68) заражения могут быть и люди, причем не только работающие на аквафермах, но и живущие в прилегающих территориях. Сточные воды населённых пунктов часто попадают в водоемы, особенно в прибрежные зоны морей и океанов, где, как известно, и располагается большинство акваферм для разведения моллюсков и морской рыбы. Поэтому так важен микробиологический и вирусологический контроль за безопасностью и качеством продукции акваферм, особенно употребляемых человеком в сыром виде, как например, устрицы и другие моллюски, или рыба для суши и сашими.

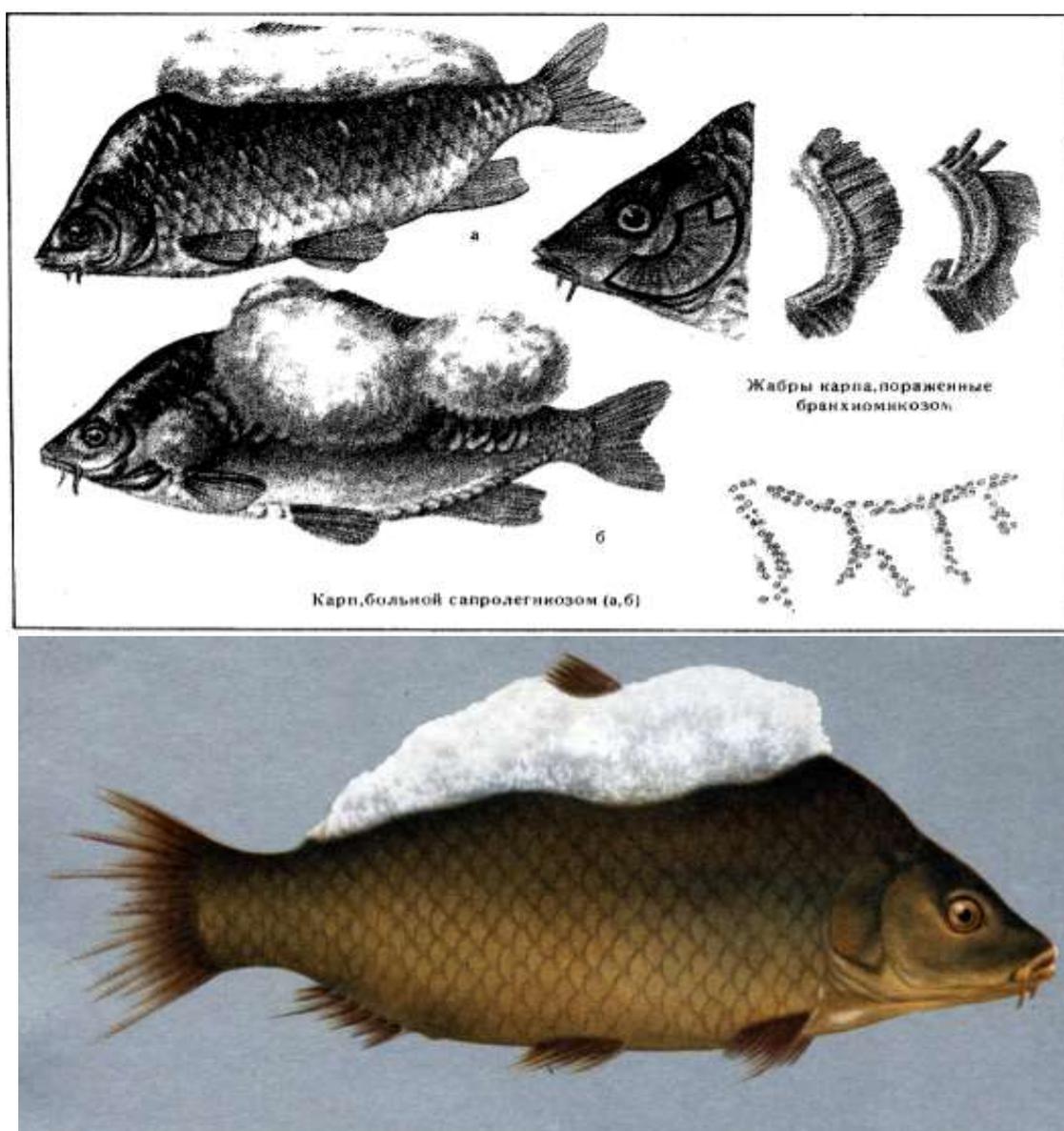


Рис. 66. Микозы карпа – распространенные грибковые заболевания (сапролегниоз) в прудовой аквакультуре (*no* <http://biblio.arktiskfish.com/index.php/1/790-saprolegnioz-dermatomikoz-n-v-guseva>)



Рис. 67. Краснуха карпов (аэромоноз) – инфекционное бактериальное заболевание карповых, вызываемое грамположительной палочкой *Aeromonas hydrophila* ([no https://zen.yandex.ru/media/rybolovnyyefishki/krasnye-piatna-na-karpovyh-mojno-li-est-takuiu-rybu-6075bd5fbfa535c1a640273?interview_id=-6655216495326566958](https://zen.yandex.ru/media/rybolovnyyefishki/krasnye-piatna-na-karpovyh-mojno-li-est-takuiu-rybu-6075bd5fbfa535c1a640273?interview_id=-6655216495326566958))

5.2. Болезни беспозвоночных

Болезни беспозвоночных в аквакультуре могут быть результатом действия различных факторов, включая неблагоприятные условия культивирования, стресс и проникновение в организм гидробионтов различных возбудителей инфекционных или паразитарных болезней. Убытки от заболеваний беспозвоночных в аквакультуре могут быть чрезвычайно велики (летальность ряда вирусных заболеваний может достигать 90-100% в течение нескольких дней), поэтому в последние годы все большее внимание уделяется развитию ветеринарной и карантинной служб наряду с выведением пород, генетически устойчивых к заболеваниям.

Диагностика инфекционных заболеваний (вирусных, бактериальных и грибковых) может проводиться как по клиническим симптомам заболевания, например, болезнь белых пятен, синдром желтой головы у креветок, так и иммуноферментными методами, а также молекулярными методами ПЦР-диагностики. В отдельных случаях, например, при вирусных заболеваниях ракообразных и моллюсков, возможна диагностика методом микроскопии окрашенных тканей по наличию гипертрофированных ядер в пораженных вирусами клетках. В ряде случаев проводится выделение инфекционных агентов

на питательных средах для выявления бактерий и грибов, и на клеточных культурах для выявления вирусов. Вирусы гидробионтов способны размножаться на культурах клеток рыб, поэтому чаще используют фибробласты голубой форели или североамериканского ушастого окуня.

Паразитологическое обследование моллюсков и ракообразных проводится под микроскопом при увеличении 50-100 раз на препаратах, подготовленных компрессионным методом продавливания между двумя стеклами. При таком компрессионном методе хорошо видны личинки трематод. Для диагностики протозойных инфекций широко применяются методы микроскопического исследования препаратов тканей окрашенным по Гимза или эквивалентными красителями. В последнее время все большее значение приобретают и методы иммуноферментного анализа и ПЦР для диагностики паразитарных инфекций.

5.2.1. Болезни культивируемых моллюсков

Как и для рыб наиболее опасными заболеваниями для культивируемых беспозвоночных являются вирусные болезни, так как лечение для них в настоящее время не разработано, а смертность бывает достаточно высокой. Из вирусных болезней наибольшую опасность для моллюсков, прежде всего для видов устриц и мидий, представляют герпесвирусоподобные заболевания и заболевания, вызываемые иридовирусами и пикорнавирусами. Вирусные заболевания поражают как личинок моллюсков, вызывая среди них высокую смертность, так и взрослых особей. Обычно смертность от вирусных заболеваний взрослых моллюсков существенно ниже, чем их личинок. Среди вирусных заболеваний моллюсков наиболее известны – герпесвирусоподобное заболевание устриц, гемоцитарный некроз устриц и вирусная гранулоцитома мидий.

Бактериальные инфекции моллюсков так же, как и вирусные поражают в большей степени личинок и молодых особей, чем взрослых. Быстрому распространению эпизоотий способствует высокая плотность посадки особей и повышение температуры воды. Из бактериальных инфекций наиболее часто встречаются инфекции, вызываемые бактериями рода *Vibrio* (личиночные вибриозы моллюсков, болезнь коричневого кольца) и родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* (болезни устриц).

Из грибковых заболеваний самым известным является раковинная болезнь устриц, вызываемая паразитическим грибом *Ostracoblabe implexa* (рис. 68).



Рис. 68. Вскрытая европейская устрица с явными (клиническими) признаками раковой болезни. Видны повреждения в виде темных пятен внутреннего перламутрового слоя раковины и мускула-замыкателя (стрелки), а также дистрофия мягких тканей моллюска (фото Пурковой А.В., 2010; по <http://fish.kiev.ua/pages/givotm/givotm15.htm>)

Паразитарные болезни моллюсков более разнообразны и в некоторых случаях могут причинять значительный ущерб культивированию моллюсков, вызывая высокую смертность или замедление темпов роста. Наиболее опасными паразитами в аквакультуре моллюсков являются представители типа Споровики (Apicomplexa), прежде всего микроспоридии и гапლოსпоридии. Микроспоридиозы устриц и мидий широко распространены практически во всех зонах культивирования, и обычно они не вызывают у моллюсков серьезных патологических изменений, болезнь протекает в хронической форме без заметного ущерба. Гапლოსпоридии же – из наиболее опасных для культивируемых моллюсков групп паразитов, которые вызывают их массовую гибель и наносит большой материальный ущерб марикультуре. Наиболее распространенными видами являются *Haplosporidium nelsoni*, *H. costale*, *Minchinia armoricana*. Впервые гапლოსпоридиозы были описаны в середине XX века в США у американских устриц, обитающих в Делавэрском заливе, отсюда болезнь получила название Болезнь Делавэрского залива или MSX-болезнь. Наблюдалась массовая гибель разводимых устриц (до 95% в течение 3 лет),

численность которых сократилась в 200 раз, убытки составили миллионы долларов. Эпизоотии повторялись каждые 6-8 лет и носили выраженный сезонный характер, как и заболевания, вызываемые другими видами гаплоспоридий, – береговая болезнь устриц (SSO), гаплоспоридиоз мидий.

Близкие к гаплоспоридиям простейшие парамиксии рода *Marteilia* и рода *Bonamia* являются возбудители опасных заболеваний двустворчатых моллюсков сопровождающиеся высокой смертностью – мартейлиоза и бонамиоза, или гемоцитарной болезни. Мартейлиоз имеет второе название болезнь реки Абер по названию реки Абер во Франции, где она впервые была обнаружена. Заболевание первоначально носило очаговый характер, но к настоящему времени широко распространилось по всему Атлантическому побережью Европы, Средиземному морю, Персидскому заливу, побережью Австралии и США. Заражение паразитом отмечено у большинства двустворчатых моллюсков, включая виды устриц, мидий и гребешков. Болезнь европейской устрицы *O. edulis* сопровождается массовой смертностью до 100 % с мая по август, в результате в 70-е годы во Франции ее выращивание было прекращено в связи с огромными потерями. Смертность гребешков у побережья Флориды в конце 20 века также могла достигать до 100%. Лечение не разработано, основным профилактическим мероприятием является контроль за перевозкой моллюсков карантинной службой. Строгий карантинный контроль является единственной мерой профилактики и другого опасного заболевания – гемоцитарной болезни устриц или бонамиоза, вызываемого *Bonamia ostreae*. Эпизоотии со смертностью до 70% наблюдаются в основном во Франции, однако зарегистрированы также в Новой Зеландии и США. Надо отметить, что наиболее восприимчивой к бонамиозу является европейская устрица, тогда как тихоокеанские устрицы *Crassostrea gigas* к возбудителю невосприимчивы.

Из гельминтов наиболее важное значение по своему распространению и воздействию на морских моллюсков в аквакультуре имеют трематоды (из плоских червей). В морских моллюсках распространены трематоды более 10 семейств, в жизненные циклы которых кроме моллюсков могут быть вовлечены также ракообразные, рыбы или морские птицы. Представители семейств буцефалиды (Bucephalidae) и сангвиниколиты (Sanguinicolidae) встречаются в двустворчатых моллюсках в виде спороцист и церкариев, последующие стадии цикла развиваются в рыбах. Для монорхеид (Monorcheidae), феллодистомид (Fellodistomidae) и гимнофаллид (Gymnophallidae) двустворчатые моллюски служат первыми и вторыми промежуточными хозяевами, в них паразитируют спороцисты, редики, церкарии и метацеркарии этих паразитов. Окончательными хозяевами этих трематод служат рыбы (монорхеиды, феллодистомиды) или птицы (гимнофаллиды). Гимнофаллиды, одно из самых многочисленных и

широко распространенных семейств паразитических гельминтов морских моллюсков, встречаются в них на стадиях спороцист, редий, церкарий и метацеркарий. Метацеркарии нередко локализуются между мантией и раковиной, вызывая образование жемчуга у мидий и устриц, поэтому их даже называют «жемчужными червями». Метацеркарии трематод различных семейств встречаются в культивируемых моллюсках повсеместно, причем зараженность может достигать 100%. Однако численность паразитов обычно довольно низка, они не вызывают эпизоотий и их паразитирование редко сопровождается какими-либо паталогическими изменениями. В случаях, когда численность личинок трематод велика, трематоды разных семейств и видов оказывают сходное влияние на моллюсков. Они быстро размножаются и сильно поражают пищеварительную железу, гонады, жабры, ткани ноги и другие внутренние органы. Часто наблюдается паразитарная кастрация, нарушение гаметогенеза. Зараженные моллюски становятся более чувствительными к колебаниям условий внешней среды, их общее состояние и рост ухудшаются, и в редких случаях возможна их гибель, особенно при неблагоприятных условиях среды.

Свободноживущие нематоды широко распространены в морских экосистемах, но нематод – паразитов культивируемых моллюсков известно немного, и они не вызывают серьезных патологий. Паразитические нематоды моллюсков относятся в основном в двум отрядам – *Ascaridida* и *Spirurida*, и представлены личинками 3-4 стадий. Эти нематоды на личиночных стадиях встречаются как в двустворчатых, так и в брюхоногих моллюсках аквакультуры, а их окончательными хозяевами чаще всего являются рыбы, или реже морские черепахи. Личинки паразитических нематод локализуются у моллюсков преимущественно в гонадах и висцеральной массе, реже в мышце-замыкателе. Несмотря на несущественную роль паразитических нематод в патологии моллюсков, некоторые из них могут быть опасны для человека при поедании зараженных моллюсков в сыром виде. Так, например, описаны случаи менингоэнцефалита у человека в странах Азиатско-Тихоокеанского региона после поедания устриц, которые оказались случайными промежуточными хозяева нематоды *Angiostrongylus contonensis*. Возбудитель — нематода — паразит крыс. Личинки гельминта выделяются в окружающую среду с калом. Пресноводные и наземные моллюски — промежуточные хозяева, креветки и крабы — так называемые резервуарные хозяева.

Червячная болезнь моллюсков известна с конца XIX века, ее вызывают полихеты родов *Polydora* и *Boccardia*, они повреждают раковины двустворчатых моллюсков очень многих видов, прежде всего устриц и мидий в культуре, что может приводить к значительному ущербу и потере товарного вида. Полихеты

распространены повсеместно, так в заливе Петра Великого (Приморье, РФ) отмечается сильное заражение мидии Грея и приморского гребешка сверлящими полихетами. Полихеты проникают в толщу раковины и вызывают образование туннелей, галлов на их внутренних поверхностях, отмечается снижение плодовитости и темпов роста зараженных моллюсков, их раковины становятся хрупкими, теряют товарный вид и при сильной зараженности моллюски могут погибнуть.

Мелкие брюхоногие моллюски гастроподы (высота раковины менее 5 мм) семейства Pyramidellidae являются паразитами культивируемых двустворчатых моллюсков. Они питаются тканевыми жидкостями хозяина с помощью длинного сосущего хоботка, которым прокалывают покровы. У молодых зараженных мидий, устриц, гребешков задерживается рост и развитие, однако даже при сильном заражении гибели хозяев не отмечалось. Большинство видов паразитов европейских культивируемых видов относится к роду *Odostomia*. Локализация гастропод происходит обычно на краях раковины или вблизи сифонов.

Копеподы – паразиты моллюсков – ракообразные, относящиеся к отряду (или подклассу по другой систематике) Copepoda, веслоногие ракообразные. Распространены повсеместно, среди копепод, паразитирующих на культивируемых моллюсках, выделяют две группы – кишечные и жаберные паразиты моллюсков. Кишечные копеподы еще называют «красными червями» мидий и устриц, они обычно червеобразной формы красного цвета и паразитируют в кишечниках моллюсков. Самый распространенный вид кишечных копепод – *Mytilicola intestinalis* в редких случаях может даже вызвать гибель моллюсков, но обычно паразитирование кишечных копепод не приводит к развитию выраженных патологий у моллюсков. Однако, копеподы могут заметно снижать темпы роста и массу тела моллюсков – устриц и мидий. Жаберные копеподы более многочисленны по видовому разнообразию, их относят к более чем 10 родам, распространены повсеместно, в уровне зараженности моллюсков жаберными копеподами выражена сезонность. Так, у мидии съедобной зараженность жаберными копеподами достигала 90% в летние месяцы, а зимой ракообразные практически отсутствовали в мантийной полости мидий. Жаберные копеподы не считаются опасными паразитами культивируемых моллюсков – устриц и мидий, питаются они слизью, выделяемой мантией или частичками отфильтрованной моллюсками пищи. При сильной зараженности иногда отмечают поражение жабр моллюсков. Копеподы вызывают редукцию жаберных лепестков рыб, разрастание эпителиальной ткани, обильное слизеотделение, опухоли жаберных лепестков, их слипание, что ухудшает респираторные возможности рыб. Головогрудь некоторых копепод сфероидной формы тела (роды – *Cardiodectes*, *Haemobaphes*, *Lernaeocera*)

проникает в сердце рыб, вызывает патологические изменения его стенок, нарушается циркуляция крови рыб.

5.2.2. Болезни культивируемых ракообразных

Из-за инфекционных заболеваний сегодня креветочные хозяйства терпят большие убытки, потери по миру составляют миллиарды долларов США. Развитию болезней и массовых эпизоотий в аквахозяйствах способствуют те же факторы, что и у рыб, и у моллюсков. Это низкое содержание кислорода, повышенное содержание углекислого газа, резкие колебания температуры, рН, солености, загрязнение воды токсическими веществами, а также стрессы, вызванные переуплотнением посадки животных.

В общей структуре заболеваний ракообразных и в доле ущерба по причине заболеваний лидируют **вирусные заболевания**, в то время как бактериальные, грибковые и паразитарные заболевания имеют существенно меньшее значение. На сегодняшний день лечение вирусных заболеваний, культивируемых ракообразных не разработано, летальность в течение короткого времени может достигать 100%, поэтому много усилий направлено на выведение пород креветок устойчивых к основным вирусным болезням.

У креветок отмечена как вертикальная, так и горизонтальная передача вирусных инфекций через воду, предметы, оборудование. У культивируемых ракообразных уже сейчас обнаружены десятки опасных вирусных болезней, вызываемых вирусами различных семейств: ДНК-содержащие герпесподобные вирусы, бакуловирусы, парвовирусы, РНК-содержащие вирусы семейств – рабдовирусы, реовирусы, пикорновирусы и другие. Вирусология культивируемых ракообразных появилась совсем недавно – первые вирусы были обнаружены только в 80-х годах XX века, большинство вирусов описаны лишь в конце 20 – начале 21 века.

Одних только бакуловирусов и сходных с бакуловирусами вирусов у креветок уже обнаружено более 10, многие из них чрезвычайно опасны для культивируемых ракообразных.

Болезнь, вызываемая вирусом типа «Penaeus monodon бакуловирус» (MBV). Впервые эта болезнь была обнаружена у тигровых креветок на Тайване, позднее в других частях земного шара, где культивируют различные виды креветок этого рода *Penaeus*. Распространение вируса по миру связывают с перевозкой посадочного материала, поэтому сейчас при отсутствии лечения вирусных заболеваний ракообразных, карантинные мероприятия являются основным профилактическим мероприятием. Заболевание характеризуется высокой смертностью особенно личиночных стадий креветок, которая в Тайване

во многих хозяйствах достигала 90% и более, в итоге, именно MBV явился одной из причин упадка и свертывания промышленного производства тигровых креветок в этой стране. Проблемой в борьбе с MBV является вирусоносительство взрослыми производителями, которые передают его потомству. MBV поражает в основном личиночные стадии и молодых особей, разрушая пищеварительную железу и среднюю кишку, что быстро приводит к высокой смертности. Взрослые особи достаточно устойчивы к бакуловирусу. Примерно также развиваются и другие заболевания ракообразных, вызываемых бакуловирусами и сходными с ними вирусами, поражая в основном личиночные стадии – болезнь пирамидальных включений, бакуловирусный некроз пищеварительной железы, бакуловирусные болезни крабов, и наконец синдром белых пятен ракообразных (WsBV) (рис. 69).

Синдром белых пятен ракообразных представляет собой комплекс заболеваний, вызываемых группами очень сходных бакуловирусов. Пожалуй, они являются одними из самых опасных вирусов ракообразных, так как высоко патогенны и летальны, поражают большое количество видов креветок, раков, крабов. У культивируемых креветок смертность обычно достигает 100% в течение 3-10 дней с момента появления первых признаков. Ракообразные перестают питаться и теряют подвижность, кутикула становится рыхлой, на ней появляются характерные белые пятна, которые представляют собой отложения солей кальция.



Рис. 69. Синдром белых пятен у креветок, вызванный вирусом WSSV семейства Nimaviridae

(no <https://www.northqueenslandregister.com.au/story/5502482/four-corners-white-spot-testing-conclusions-flawed/?cs=4735>)

Заболевания крабов, вызванных герпесподобным вирусом могут приводить к смерти культивируемых крабов, особенно в условиях стресса. Вирус поражает клетки кровеносной ткани гемоциты. Характерный признак заболевания – молочно-белая, густая, несвертывающаяся гемолимфа. Смерть наступает в результате разрушения гемоцитов кровеносной системы.

Синдром Таура (TSV) вызывается вирусом близким к пикорнавирусам, впервые был описан в 1992 году в Перу, в устье реки Таур у культивируемых морских белоногих креветок, и в настоящее время является широко распространенным заболеванием культивируемых креветок. Эпизоотии обычно приводят в высокой смертности до 95% среди, прежде всего, личинок и молодых особей, у взрослых креветок отмечается хроническое течение заболевания. В острой фазе креветки имеют характерную светло-красную окраску, хвостовой веер (уроподии и тельсон) окрашен в яркий цвет.

В настоящее время существуют десятки вирусных заболеваний, культивируемых ракообразных, которые вызывают массовую гибель животных и приводят к огромным убыткам – инфекционный гиподермальный и гемопоэтический некроз, болезнь желтой головы креветок, рабдовирусная инфекция, поражающая жабры креветок, парвовирусная болезнь пищеварительной железы, парвовирусная болезнь лимфоидного органа, тогавирусная болезнь лимфоидного органа, реовирусная болезнь креветок и крабов.

Так как лечение вирусных болезней не разработано, большое значение имеет соблюдение профилактических мер. На креветочных фермах необходимо следить за качеством воды, поддерживать температуру менее +33⁰С, водоем должен иметь сообщение с морем, независимое водоснабжение, оптимальный размер, наклонное дно для удаления грязи, мощные насосы. Необходимо проводить осушение и дезинфекцию водоёмов, карантинизацию вновь завозимых креветок, не создавать переуплотненные посадки, использовать для разведения только качественных постличинок, следить за качеством кормов, желательно не применять антибиотики, зараженных животных уничтожать.

По сравнению с вирусными болезнями инфекции бактериальной или грибковой этиологии не столь многочисленны и опасны.

Бактериальная «панцирная» болезнь, также имеет названия вибриоз и коричнево-пятнистая болезнь, вызывается группой хитинолитических бактерий рода *Vibrio*, широко распространена у культивированных ракообразных: креветок, крабов, омаров. Вибриоз отмечен во всех регионах, где разводят ракообразных, наиболее чувствительны к заболеванию личинки и молодые особи с различными показателями гибели – от единичных особей до 100%. Как и при вирусных заболеваниях, клинические признаки болезни наиболее сильно

выражены при неблагоприятных условиях содержания животных. Заболевание обычно протекает в локальной форме эрозии кутикулы под воздействием хитинолитических ферментов бактерий, что приводит к появлению коричневых темных пятен на панцире, отсюда название болезни – «панцирная» болезнь. В тяжелых случаях наблюдается бактериальное поражение различных внутренних органов и поражение гемоцитов.

Менее опасна жаберная болезнь ракообразных, вызываемая бактериями *Leucothrix mucor*. Болезнь поражает все виды креветок, бактерии образуют колонии на жабрах, однако гибель животных наступает лишь в редких случаях.

Для лечения бактериальных инфекций ракообразных применяют антибиотики, которые добавляют в корма или воду водоемов, а также другие бактерицидные препараты – малахитовый зеленый, формалин, фурацин и фуразолидон, сульфамидные препараты. При лечении бактериальных инфекций необходимо помнить, что препараты накапливаются в организме креветок, поэтому для выведения препаратов из креветок, предназначенных для продажи, их выдерживают после обработки от 10 до 60 дней. Профилактические меры сходны с мерами при любых инфекционных заболеваниях: осушение, очистка и дезинфекция водоемов, оборудования, использование ультрафиолетового облучения, карантин животных и икры. Для профилактики панцирной болезни в разных странах применяются вакцины – MultiVacc4 (Канада), Vibrogen-S (Таиланд). Вакцинация производится либо путем погружения в раствор для постличинок, либо перорально или путем инъекций для взрослых особей.

Из **микозов** стоит отметить два заболевания ракообразных, которые могут быть опасны в аквакультуре – фузариоз или болезнь черных жабр и микозы икры и личинок, вызываемых грибами, преимущественно фикомицетами. Фузариоз вызывается несовершенными грибами рода *Fusarium*, широко распространенными в природе. Заболевание подвержены все виды культивируемых креветок на всех стадиях жизненного цикла. Однако, фузариоз никогда не поражает совершенно здоровых животных, он развивается как вторичная инфекция либо поражает животных ослабленных, травмированных или подверженных стрессу, например, при переуплотненных посадках. Больше проблем в аквакультуре доставляют системные микозы икры и личинок ракообразных, вызываемых группой грибов преимущественно фикомицетов и сапролегниевых грибов. Заболевание подвержены все виды ракообразных, однако с возрастом восприимчивость к заражению снижается. Микозы в основном поражают икру, личинок и совсем молодых особей. Взрослые креветки часто являются носителями и источниками инфекции для икры и личинок, при этом гибель икры и личинок может достигать 100%, эпизоотии отмечаются в разных частях земного шара. Для борьбы с микозами икру, личинок, молодь

ракообразных обрабатывают малахитовым зеленым, метиленовым синим, основным фуксином или формалином в малых концентрациях. Для профилактики микозов следует избегать слишком плотных посадок и травмирования животных.

Паразитарные болезни ракообразных менее значимы, чем паразитарные болезни культивируемых моллюсков, но они тоже могут быть причиной убытков при разведении ракообразных, а также представлять опасность для человека при употреблении в пищу сырых или плохо проваренных животных.

Протозойные инфекции ракообразных малочисленны и включают болезни, вызываемые апикомлексами, или споровиками, инфузориями и динофлагеллятами.

Микроспоридиоз крабов, «хлопковая» или молочная болезнь креветок вызывается споровиками из микроспоридий родов *Agmasoma*, *Nosema* и др. У культивируемых креветок и крабов паразиты могут иногда вызывать эпизоотии и повышенную смертность. Характерным признаком заболевания является побеление мускулатуры, зараженные крабы и креветки выглядят как варенные, отсюда болезнь получила свое название «хлопковая, или молочная болезнь» (рис. 70). Зараженные животные обычно непригодны для продажи из-за ухудшения товарного вида и вкусовых качеств, поэтому в зараженных хозяйствах необходимо проводить тщательную выбраковку продукции.



Рис. 70. Хлопковая болезнь пресноводных креветок, вызываемая споровиками (по <https://aquastatus.ru/viewtopic.php?t=6507>)

Еще больше убытков в аквакультуре крабов приносит синдром горького краба (BCS), вызываемый жгутиконосцами, паразитическими динофлагеллятами *Nematodinium perezii*. Заболеванию подвержены и другие ракообразные – омары и креветки. Внешне болезнь проявляется в необычной ярко-розовой окраске

карапакса, брюшка, перегородок между сегментами ног. Зараженных животных необходимо тщательно отбраковывать, так как после варки мясо крабов приобретает цвет и текстуру мела, и горький вкус.

Болезни ракообразных, вызываемые инфузориями, встречаются часто в хозяйствах с ненадлежащими условиями содержания животных и могут свидетельствовать о плохом качестве воды, низком содержании кислорода (менее 3%) избытке углекислого газа и гниющей органики. Если недостатки в условиях разведения не устранить, то при высокой степени зараженности креветок инфузориями может наступить смерть.

Ракообразные, включая и культивируемые виды, часто являются вторыми промежуточными хозяевами *гельминтов*, прежде всего трематод, однако гельминтозы у ракообразных протекают бессимптомно и не являются для них заболеваниями. Тем не менее, необходимо контролировать зараженность ракообразных метацеркариями гельминтов, так как некоторые из них представляют опасность для человека при употреблении животных в сыром или плохо проваренном виде. Чрезвычайно опасным заболеванием человека, отмеченным и в Приморском крае России является парагонимоз, вызываемых трематодами рода *Paragonimus*. Человек заражается, употребляя в пищу сырое или плохо проваренное мясо ракообразных (крабов и креветок), которые являются вторыми промежуточными хозяевами гельминта. Первыми промежуточными хозяевами являются брюхоногие моллюски, поэтому одной из мер профилактики должно быть удаление из выростных прудов и емкостей брюхоногих моллюсков.

Последней группой паразитарных болезней, культивируемых ракообразных, о которых стоит упомянуть, являются болезни, вызываемые *паразитическими ракообразными* – изоподами из отряда Epicaridea и корнеголовыми раками отряда Rhizosephala. Паразитические ракообразные распространены повсеместно и поражают практически все виды культивируемых ракообразных, эпикариды – преимущественно креветок (рис. 71, 72).

Однако, зараженность культивируемых животных редко бывает существенной, смертность низкая, но зараженных животных приходится выбраковывать для улучшения товарного вида продукции. У креветок, пораженных изоподами, на карапаксе образуется характерное и хорошо заметное невооруженным взглядом вздутие полушаровидной формы, в котором и находится пара паразитов изопод – самец и самка.



Рис. 71. Паразитические изоподы под карапаксами креветок
(no https://seaforum.aqualogo.ru/profile/20522-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0-%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0/content/page/56/?type=forums_topic_post)

Паразитические корнеголовые раки не только портят товарный вид культивируемых ракообразных из-за экстернов на теле животных, но и ухудшают их вкусовые качества, поэтому также требуется тщательная выбраковка зараженных животных. Корнеголовые раки прикрепляются к сочленениям ног крабов или креветок на стадии личинки и проникают внутрь тела хозяина в виде клеточной массы. Питаясь тканями хозяина, они разрастаются по всему телу хозяина и, разрывая покровы брюшка краба или креветки, выбрасывают снаружи часть своего тела – крупный мешок – экстерну (рис. 73). Экстерна соединена с помощью стебелька с трофической эндопаразитической частью паразита. При заражении корнеголовыми раками молодых особей они плохо растут и иногда погибают, взрослые особи при заражении паразитами не погибают, но все равно подлежат выбраковке для улучшения товарного вида продукции.

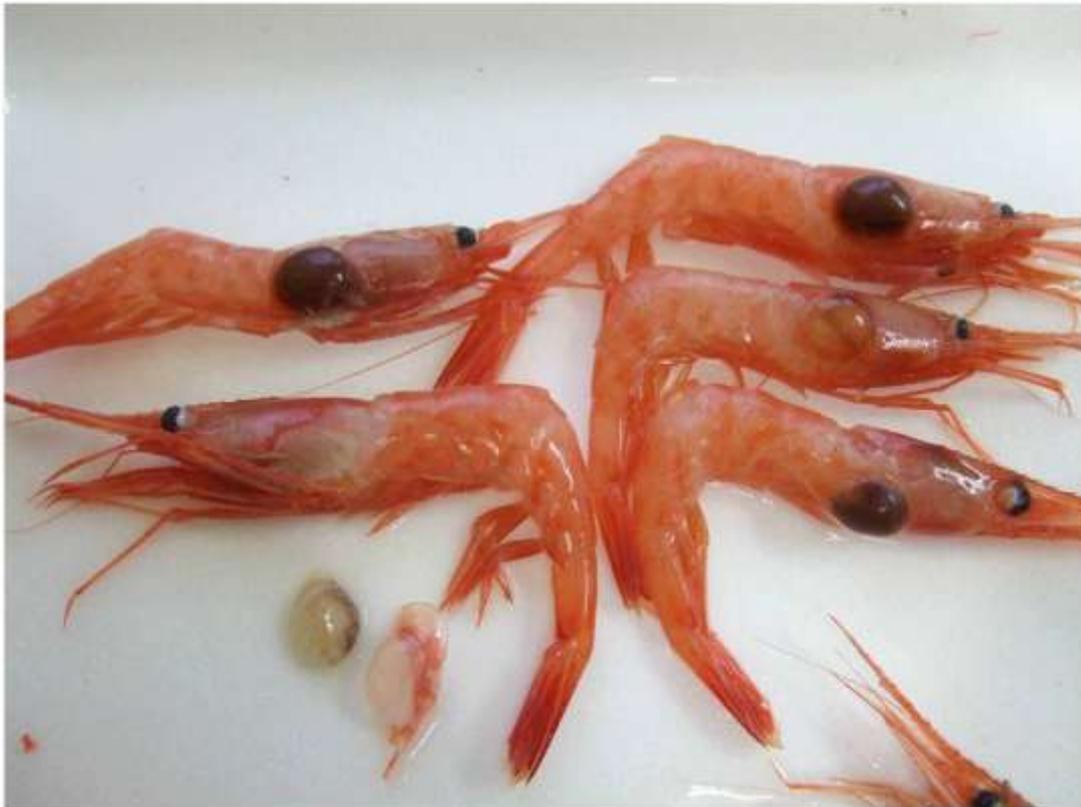


Рис. 72. Паразитические изоподы под карапаксами креветок после варки
(no https://seaforum.aqualogo.ru/profile/20522-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0-%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0/content/page/56/?type=forums_topic_post)



Рис. 73. Экстерны корнеголовых раков на брюшке креветки
(no <http://fishbiosystem.ru/Animalia/Arthropoda/Maxillopoda/Akentronida/Akentronida.html>)

Глава 6. Основные требования к экологическим условиям содержания животных, являющихся объектами аквакультуры

Основные требования к экологическим условиям содержания животных, являющихся объектами аквакультуры, это – поддержание оптимальной плотности содержания, контроль за качеством воды, где в первую очередь необходимо следить за температурой, рН, содержанием кислорода и углекислого газа, продуктами белкового обмена животных, выделяемых в водную среду (аммиак, аммоний и нитриты) и ряда других показателей среды (рис. 74).



Рис. 74. Основные параметры, влияющие на рост и здоровье рыб в аквакультуре (*no https://fish-agro.ru/main/what_about/98-biotehnologiya-ryborazvedeniya-v-ustanovkah-zamknutogo-vodosnabzheniya.html*)

На животных в условиях аквакультуры неблагоприятные экологические факторы оказывает более сильное и быстрое воздействие, чем это было бы в диких природных биоценозах. В результате при несоблюдении требований экологического контроля на аквафермах часто наблюдается большая гибель животных в течение короткого времени, что приводит к значительному экономическому ущербу. Необходимо отметить, что содержание газов и продуктов белкового обмена веществ, выделяемых животными взаимосвязаны в своем влиянии на животных аквакультуры. Так, если содержание кислорода в воде сокращается, то начинает производиться сероводород, который чрезвычайно токсичен для рыб. Основные экологические факторы воды содержания необходимо постоянно контролировать для недопущения снижения

продуктивности, здоровья и жизнеспособности животных аквакультуры (табл. 3).

Таблица 3. Основные экологические факторы воды содержания и их токсичные уровни для животных аквакультуры (no <https://rusinfo.info/cto-takoe-signalnyj-faktor-cem-on-otlicaetsa-ot-drugih-abioticeskih-faktorov-sredy>)

Параметр	Формула	Единица измерения	Норма	Неблагоприятный уровень
Температура		°C	Зависит от вида	
Кислород	O ₂	%	70–100	< 40 и > 250
Азот	N ₂	% насыщения	80–100	> 101
Углекислый газ	CO ₂	мг/л	10–15	> 15
Аммоний	NH ₄ ⁺	мг/л	0–2,5 (зависимость от pH)	> 2.5
Аммиак	NH ₃	мг/л	< 0,01 (зависимость от pH)	> 0.025
Нитрит	NO ₂ ⁻	мг/л	0-0.5	> 0.5
Нитрат	NO ₃ ⁻	мг/л	100-200	>300
pH			6.5-7.5	< 6.2 и > 8.0
Щелочность		ммоль/л	1-5	< 1
Фосфор	PO ₄ ³⁻	мг/л	1-20	
Взвешенные вещества	SS	мг/л	25	> 100
ХПК	ХПК	мг/л	25-100	
БПК	БПК	мг/л	5-20	> 20
Гумус			98-100	
Кальций	Ca ⁺⁺	мг/л	5-50	

Одним из важнейших параметров является температура воды, поскольку рыбы и беспозвоночные – холоднокровные животные. Это означает, что температура их тела не отличается от температуры окружающей воды. Рыбы и беспозвоночные не способны регулировать температуру своего тела, как это делают свиньи, коровы и другие сельскохозяйственные животные. Поэтому

температура воды имеет очень большое значение в аквакультуре. Рыба и беспозвоночные просто не растут хорошо, когда вода холодная; чем теплее вода, тем лучше рост. Скорость роста, зависящая от температуры воды, различается у различных видов; различные виды также имеют различные верхние и нижние летальные температуры.

Еще одним важным требованием экологического содержания животных объектов аквакультуры является рациональное использование кормов. Рыбы на рыбном хозяйстве должны получать корм по несколько раз в день. Корм съедается и переваривается ими, и используется в обмене веществ, обеспечивая энергию и питательные вещества для роста и других физиологических процессов. Кислород (O_2) поступает через жабры и необходим для производства энергии и расщепления белков, тогда как углекислый газ (CO_2) и аммиак (NH_3) производятся как отходы. Непереваренный корм выделяется в воду в форме экскрементов, называемых также взвешенными веществами (ВВ) и органическим веществом. Углекислый газ и аммиак выделяются в воду через жабры. Итак, рыбы потребляют кислород и корма, в результате чего вода в системе загрязняется экскрементами, углекислым газом и аммиаком.

В современных технологиях рекомендуется использовать только сухие корма. Необходимо избегать применения сорной рыбы или беспозвоночных в любой форме, поскольку они сильно загрязняют систему и значительно повышает вероятность заражения различными заболеваниями. Использование сухих кормов является безопасным, и их преимущество также заключается в том, что их состав точно соответствует биологическим потребностям рыб. Сухие корма вносятся в форме гранул различного размера, подходящих для любого этапа развития рыб, а ингредиенты сухих кормов могут комбинироваться различным образом, что позволяет разрабатывать специализированные корма: стартовые, продукционные, для ремонтно-маточного стада и т.д.

Как пример, приведем методы выращивания карпа. Личинок и мальков карпа и растительноядных рыб содержат и выращивают в лотках, бассейнах и других емкостях, а также (на ранних стадиях) в инкубационно-выростных аппаратах ВНИИПРХ. Плотность посадки зависит от массы тела и составляет до 250 тыс. шт./м³. Для кормления личинок карпа и растительноядных рыб используют стартовый комбикорм РК-СЗМ (аналог «Эквизо», разработанный в ГосНИОРХ). Основу этого корма составляют высокобелковые продукты микробиосинтеза, обезжиренная рыбная мука, казеинат натрия, растительное масло, пшеничная мука и поливитаминный премикс. Личинки растительноядных рыб массой до 20-100 мг можно кормить стартовым комбикормом СТРАС-1 (на основе гидролизатов белка). В кормосмеси СТРАС-1 содержится, %: протеина — до 55, массовая доля жира — 6-7, углеводов — 12-16, влаги — 8-10. Половина

белковых соединений деструктурирована. Кормление стартовым комбикормом следует начинать с момента перехода на внешнее питание. Суточная норма определяется температурой воды и массой личинок. В инкубационных аппаратах ВНИИПРХ периодичность кормления составляет 0,2-0,5 ч, в других рыбоводных емкостях (бассейнах, лотках) — не реже 1 ч.

При использовании автоматических кормораздатчиков периодичность кормления составляет до 0,15-0,3 ч. Кормление молоди проводят в течение светового дня. Разовую порцию корма раздают равномерно по поверхности воды в местах скопления личинок в условиях искусственного освещения. Корма РК-СЗМ, СТРАС-1 рассчитаны на использование в условиях недостатка естественной пищи. Однако, по возможности, следует способствовать попаданию мелких форм зоопланктона в рыбоводные емкости. Наличие даже минимального количества живых кормовых организмов в пище молоди способствует увеличению скорости роста и общему улучшению рыбоводных показателей. Для кормления сеголеток карпа массой от 1 до 50 г используется комбикорм АК-1КЭ или его аналоги. Комбикорм состоит из муки рыбной и мясокостной, дрожжей, соевого шрота, масла растительного, премикса, дикальция фосфата. Для кормления карпа от 50 г до товарной массы используют экструдированный комбикорм АК-2КЭ или его аналоги. Размер гранул (крупки) должен соответствовать массе выращиваемой рыбы:

Масса рыбы, г	Размер гранул, мм
1-10	1,5-2,5
10-40	2,5-3,5
40-150	3,5-4,5
150-500	5-6
Более 500	6-8

Для выращивания молоди карпа массой от 1 до 40 г в бассейнах и садках на теплых водах применяется комбикорм 12-80, от 40 до 150 г — комбикорм 16-80Ф; от 150 г до товарной массы — комбикорм 16-82; экструдированный комбикорм РГМ-2КЭ — от 200 г до товарной массы. Продукционные комбикорма включают в себя широкий спектр сухих кормовых компонентов различного происхождения. Суточная норма корма для молоди карпа массой до 20 г выдается на протяжении светлого времени суток с периодичностью один раз в 1 ч, рыбу массой от 20 г до товарного размера следует кормить 9-10 раз в сутки. Зимой при температуре воды выше 6°C кормление рыбы не следует прекращать, тогда суточный рацион должен быть невысоким и обеспечивать лишь поддерживающий обмен.

При температуре воды 6-8°C суточная норма составляет до 0,5%, 9-10° — до 1, 11-12°C — до 2% от массы тела. Корм следует выдавать в три приема в светлое время суток. В зимний период при низком уровне обмена веществ следует использовать низкобелковые растительные кормосмеси для прудового карпа. При выращивании молоди карпа до 20 г в бассейнах плотность посадки должна составлять до 650 шт./м³, в сетчатых садках — до 500, более крупной рыбы — до 200-250 шт./м³, соответственно. Содержание растворенного в воде кислорода должно быть не ниже 6 мг/л, свободной углекислоты — не выше 10 мг/л.

В современных технологиях благоприятным является высокий коэффициент использования кормов (табл. 4), поскольку он сводит к минимуму количество выделяемых отходов, что, в свою очередь, снижает нагрузку на водоочистные системы. В профессионально управляемой системе все выдаваемые корма съедаются, что сводит количество несъеденного корма к минимуму. Кормовой коэффициент (КК), показывающий, сколько килограммов кормов Вы используете на каждый килограмм произведённой рыбы, улучшается, и рыбовод получает больший выход продукции и меньшее воздействие на систему фильтрации. Несъеденный корм означает лишнюю трату денег и приводит к излишней нагрузке на систему фильтрации. Следует отметить, что существуют корма, особенно подходящие для использования в УЗВ. Состав подобных кормов направлен на максимизацию усвоения протеинов и, соответственно, сведения к минимуму выделения аммиака в воду.

Избыток корма (рис. 75) приводит к резкому ухудшению экологической ситуации в местах разведения, особенно в прудах и бассейнах, так как на гниение остатков корма тратится большое количество кислорода, накапливаются токсичные сероводород и аммиак, кроме того при высокой температуре это создает благоприятные условия для роста патогенной флоры микроорганизмов и грибов.

В процессе жизнедеятельности рыбы выделяют растворенные вещества, такие как фосфат или азот. Фосфат является инертным веществом без токсичных эффектов, но азот в форме свободного аммиака (NH₃) весьма токсичен для животных. Концентрация свободного аммиака связана с уровнем pH воды, поэтому контроль за pH является важным элементом контроля экологических условий содержания животных объектов аквакультуры.

Таблица 4. Ингредиенты и состав сухого форелевого корма, в том числе пригодного для использования в УЗВ (no <http://sityferm.com/rukovodstvo/2-ustanovki-zamknutogo-vodosnabzheniya-shag-za-shagom>)

Размер рыб, граммы	Протеины	Жиры
3 mm	40 – 125	44 %
4.5 mm	100 – 500	43 %
6.5 mm	400 – 1200	42 %

Состав, %	3.0 mm	4.5 mm	6.5 mm
Рыбная мука	35	34	32
Рыбий жир	21	22	23
Кровяная мука	10	10	10
Горох	10	10	10
Соя	9	8	10
Пшеница	14	15	14
Витамины, минеральные вещества и т.д.	1	1	1



Рис. 75. Избыток корма резко ухудшает экологическую ситуацию в условиях аквакультуры (no Брайнбалле, 2010)

Рыбы выделяют смесь аммиака и аммония (общий аммонийный азот (ТАН) = аммоний (NH_4^+) + аммиак (NH_3)); основную часть этих выделений составляет аммиак. Однако количество аммиака в воде зависит от значения рН, как видно по рисунку 76, показывающему равновесие между аммиаком (NH_3) и аммонием (NH_4^+).

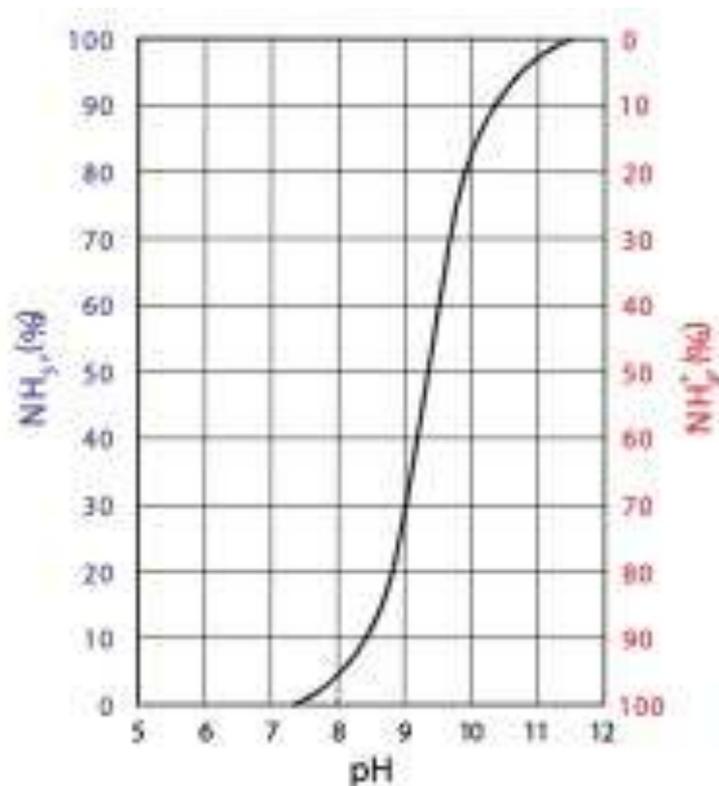


Рис. 76. Равновесие между аммиаком (NH₃) и аммонием (NH₄⁺) при температуре 20°C. При значениях рН ниже 7 токсичный аммиак отсутствует, но, по мере увеличения рН, его уровень быстро растет (по Брайнбалле, 2010)

Как правило, аммиак токсичен для рыб при уровнях выше 0,02 мг/л. Рисунок 77 показывает максимальные допустимые концентрации TAN, при которых уровень аммиака остается ниже 0,02 мг/л. Более низкие значения рН сводят к минимуму опасность превышения токсичного уровня аммиака 0,02 мг/л, поэтому так важно контролировать уровень рН воды, особенно в системах УЗВ.

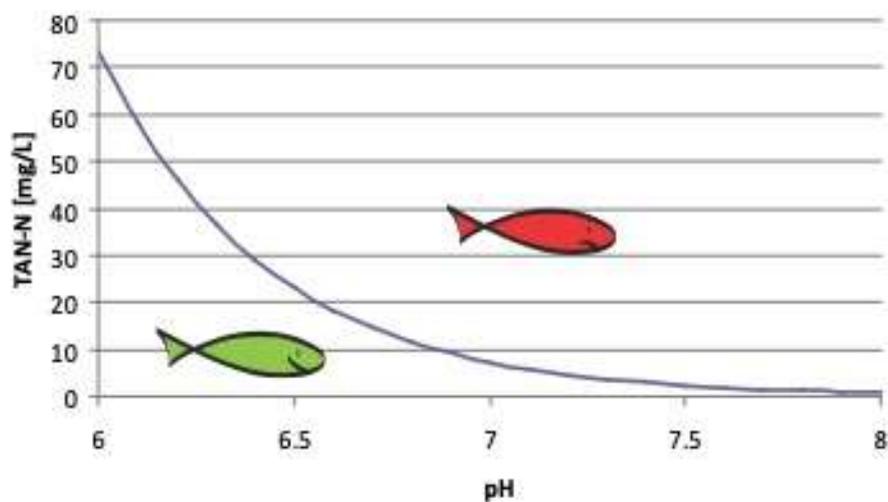


Рис. 77. Соотношение между измеренным рН и количеством TAN, исходя из концентрации токсичного аммиака 0,02 мг/л (по Брайнбалле, 2010)

Понятно, что при традиционных способах разведения животных в бассейнах и прудах, а также в садках прибрежной зоны, человек не может влиять на многие факторы водной среды, но в последнем случае большие объемы воды сглаживают до некоторой степени колебания состава воды. Однако, в таких условиях животные выращиваются часто вне зоны оптимума факторов и, прежде всего, температуры воды, что снижает продуктивность и рентабельность таких акваферм. Кроме этого, при традиционном разведении трудно автоматизировать контроль за соблюдением экологических требований содержания животных. Таких недостатков лишена современная высокотехнологичная аквакультура УЗВ (Установок замкнутого водоснабжения), где действительно можно создать оптимальные экологические условия для содержания животных и автоматизировать их контроль (рис. 78).

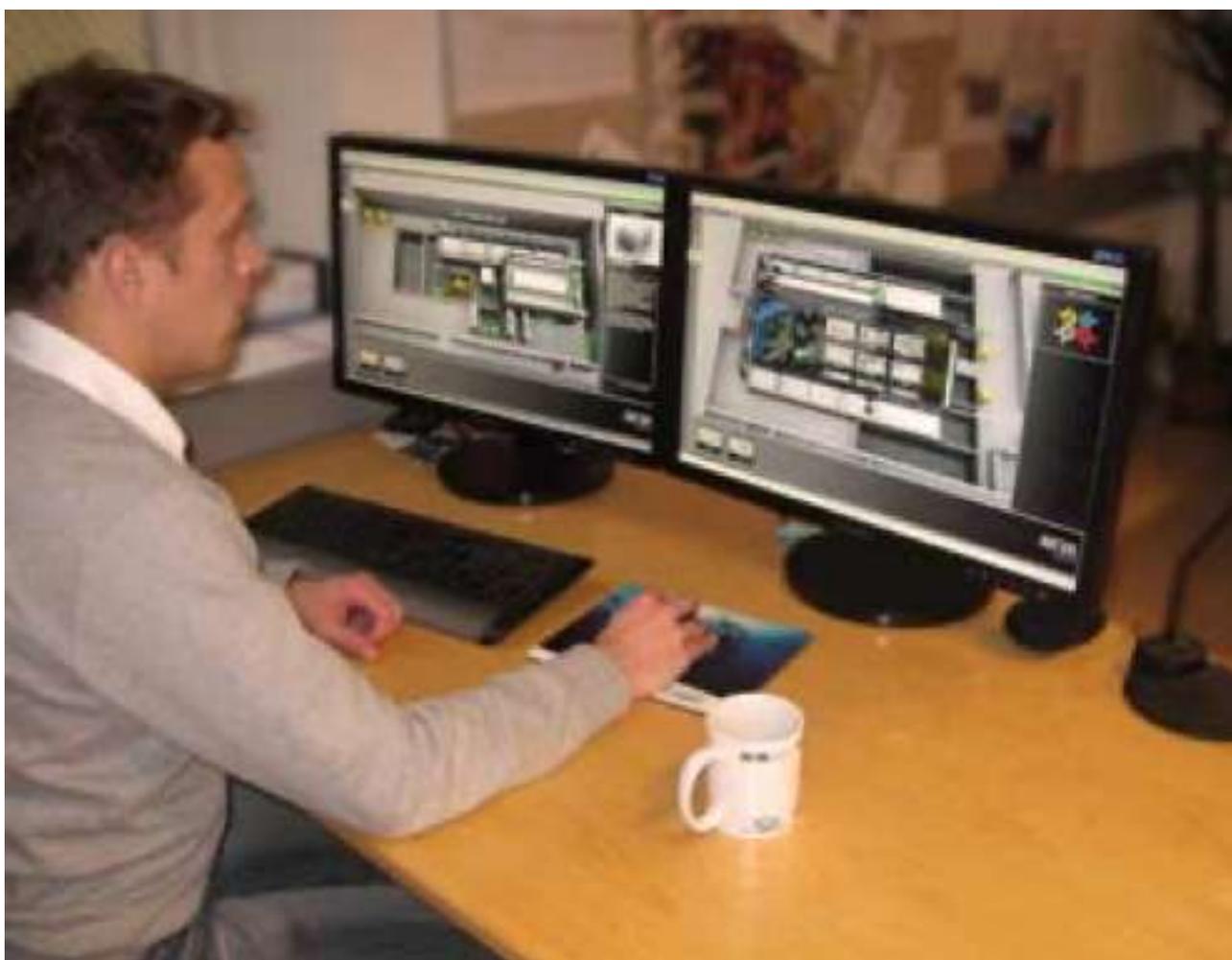


Рис. 78. Полностью автоматизированная система контроля экологических факторов содержания животных в аквафермах Дании
(по Брайнбалле, 2010)

Важным экологическим требованием содержания животных объектов аквакультуры является также ограничение неконтролируемых миграционных

процессов животных (прежде всего, птиц и домашних животных), что сможет оказать существенное влияние на количество и качество конечной продукции, особенно в традиционных вариантах разведения – садковом или прудовом. Для Установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) необходимо соблюдение санитарных норм (рис. 79), прежде всего, для персонала и посетителей акваферм, так как они могут быть источником или разносчиком заболеваний.



Рис. 79. Ножная ванная с 2% раствором йода – хорошее средство для предотвращения распространения заболевания на предприятиях аквакультуры

(no <https://www.eurofishmagazine.com/sections/aquaculture/item/246-guide-to-recirculation-aquaculture-chapter-7>)

Кроме того, для традиционных вариантов аквакультуры, использующих природные водоемы, необходимо предусмотреть и защиту от негативного влияния погодно-климатических аномалий, а также учитывать техногенные катастрофы. Хотя последние конечно трудно предвидеть и как-то защититься. Так, например, это произошло при аварии на атомной электростанции в Фукусиме, Япония, где прибрежная зона сильно пострадала от радиации, в том числе и находящиеся там предприятия морской аквакультуры.

Есть и еще несколько тревожных аспектов, связанных с доместикацией объектов аквакультуры. Например, у атлантических лососей, выращенных на фермах уменьшился диаметр глазного яблока. Вот, что об этом сообщает журнал «Ветеринария и жизнь»: «Многолетнее разведение атлантического лосося

(семги) методом аквакультуры способствовало уменьшению у него размера глаз. Об этом говорится в исследовании, опубликованном в журнале Evolutionary Applications. Ученые полагают, что, если такой выращенный в неволе лосось попадет в дикую природу, это может иметь негативные последствия как для самих особей, так и для их потомства. Международная группа специалистов из Норвежского института морских исследований и Ирландского института экологии моря выводила лосося из икры, полученной от искусственно выращенных, диких и гибридных особей. В ходе исследования лосось выводили как в резервуарах с пресноводной водой, так и в условиях реки. Все эксперименты показали, что лосось, выращенный на фермах как в Норвегии, так и в Ирландии, имел глаза меньшего размера по сравнению с дикими собратьями. При этом гибриды имели глаза среднего размера, несмотря на то что были выращены в одинаковых условиях. Интересен тот факт, что как у дикого, так и фермерского лосося, выращенного в реке, различий в размере глаз не было обнаружено. Ученые отмечают, что меньший размер глаз может влиять на зрение лосося – особям с маленькими глазами сложнее находить пищу в дикой среде, при этом это увеличивает их шансы быть съеденными хищниками. «Это было захватывающее открытие – обнаружить меньший размер глаз у лосося, выращенного в неволе, тогда как фермерский лосось, выращенный в условиях реки, имел глаза такого же размера, что и дикие особи. Мы считаем, что это связано с тем, что рыба с маленьким размером глаз менее приспособлена для жизни в дикой природе, ей сложнее найти пищу или избежать острого клюва цапли. Выращенный в неволе лосось не сталкивается с такими трудностями – ему регулярно дают корм, а в садках на акваферме нет хищников», – поясняет доктор Уилльям Перри из Бангорского университета (Великобритания), руководитель исследования.

Ученые также приводят еще одно объяснение – маленький размер глаз у фермерского лосося может быть обусловлен своеобразной реакцией на стресс или искусственное освещение при выращивании в резервуарах для разведения рыб. Высокий уровень искусственного освещения в резервуарах может являться причиной развития у рыб глаз меньшего размера во избежание высокой светочувствительности. «Мы изучали, на какие характеристики лосося может влиять гибридизация дикого и фермерского лосося, каким образом это влияет на жизнеспособность рыбы. Если нам удастся выяснить точную причину различий в размере глаз у фермерского лосося и лосося, выращенного в реке, у нас будет ключ к пониманию причины неприспособленности фермерского лосося к жизни в дикой природе. Лосось, выращенный в аквакультуре, может представлять угрозу генетической целостности популяциям дикого атлантического лосося и в долгосрочной перспективе сказаться на общей

численности популяции», – добавил доктор Джошка Кауфманн из Ирландского национального университета в Корке, соруководитель исследования».

Важность соблюдения экологических требований на предприятиях аквакультуры привела к появлению в настоящее время системы экологического менеджмента и экологического аудита. В 1991 г. Международная Организация Стандартизации сформировала так называемую Группу стратегии по окружающей среде. В 1993 г. был сформирован технический комитет по экологическому менеджменту ISO/ТС 207. Комитет ISO/ТС 207 разрабатывает стандарты серии ISO 14000 в области экологического менеджмента. Серия ISO 14000 тесно связана с выпущенной ранее серией ISO 9000, устанавливающей международные стандарты всеобъемлющего менеджмента качества (TQM). Конечно, в России, да и в мире, кроме Европы, еще очень мало предприятий аквакультуры сертифицировано по ISO 14000, но несомненно, это тенденция будущего развития аквакультуры.

Глава 7. Влияние хозяйственной деятельности акваферм на экологические показатели прилегающих водных и наземных территорий

Международные стандарты серии ISO 14000 устанавливают требования к системам экологического менеджмента с тем, чтобы дать компаниям-производителям инструмент для разработки политики и определения задач сокращения воздействия на окружающую среду. Хотя международные стандарты – дело добровольное, однако для предприятий аквакультуры с высокой конкуренцией (разведение креветок, карпа, лосося) получения сертификата ISO 14000 резко повышает конкурентоспособность предприятия, так как такие предприятия прежде всего поставляют продукцию более качественную и экологически безопасную для потребителя. Кроме того, сейчас в общественном сознании минимизация негативного воздействия деятельности человека и особенно бизнеса на окружающую среду является важным аспектом поведения покупателей.

Влияние хозяйственной деятельности акваферм на экологическую ситуацию прилегающих территорий, наземных и водных, прежде всего, связана с предотвращением загрязнения окружающей среды вследствие функционирования акваферм – воды и прилегающих земель. Что касается покупки или аренды земли, площадь акваферм для производства рыбы также зависит и от вида рыб и интенсивности производства. Как правило, площадь УЗВ (Установки замкнутого водоснабжения) составляет около 1000 м² на 100 тонн рыбы (пелагической). Чем больше общий объем продукции, тем меньшая площадь требуется для производства 100 тонн.

Если существующее законодательство достаточно четко определяет права и обязанности владельцев по использованию земель для целей аквакультуры **Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 6 апреля 2015 г. N 129 "Об утверждении особенностей водопользования для целей аквакультуры (рыбоводства), особенностей использования земель для целей аквакультуры (рыбоводства), а также порядка определения особенностей создания и эксплуатации зданий, строений, сооружений для целей аквакультуры (рыбоводства)"**, то по использованию воды есть еще много вопросов, связанных с молодостью аквакультуры в России. А ведь именно вода является наиболее потребляемым ресурсом аквакультуры.

Как видно из таблицы 5, чем выше степень рециркуляции воды, тем меньше подпиточной воды используется и тем меньше сбросной воды приходится очищать. Очищать воду надо не только и не столько от механических частиц, сколько от растворенных в воде органических соединений, прежде всего

соединений азота и фосфора. Отходы рыбоводства и культивирования беспозвоночных не исчезают даже при выращивании рыбы в УЗВ с постоянным повторным использованием воды. Загрязнения и экскременты животных должны попасть куда-либо даже в этом случае. Биологические процессы в системе в некоторой мере уменьшают количество органических соединений благодаря простому биологическому разложению или минерализации внутри системы. Тем не менее, значительное количество органического шлама по-прежнему требует обработки.

Таблица 5. Примеры потребления воды и выпуска азота с традиционных проточных хозяйств, из систем оборотного водоснабжения (СОВ) и установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) при разведении форели в Дании (по Брайнбалле, 2010)

Выпуск с различных типов рыбных хозяйств мощностью 1 000 тонн в год	Выпуск азота, кг/год	Потребление воды, м ³ /год
Традиционные проточные хозяйства	38,000	250,000
СОВ	2,000	10,000
УЗВ	250	1,500

Важно отметить, что рыбы выделяют отходы не так, как другие животные, например, свиньи или коровы. Азот, главным образом, выделяется в форме мочи через жабры, только небольшая его часть выделяется в форме экскрементов через анальное отверстие. Фосфор выделяется только с экскрементами. Таким образом, основная часть азота полностью растворена в воде и не может быть удалена механическим фильтром (рис. 80).

Рециркуляция воды является на сегодняшний день самым эффективным способом для снижения воздействия аквакультуры на окружающую среду, но очистка сточных вод требует больших вложений и жесткого ежедневного управления для обеспечения эффективной работы системы очистки. После очистки сточной воды, как первого этапа, оставшееся небольшое количество воды может быть просто выпущено на рельеф недалеко от хозяйства для фильтрации. В любом случае, общий объем сбросной воды значительно ниже в современных системах УЗВ, чем на традиционных рыбных хозяйствах. Комбинация интенсивного рыбоводства, в УЗВ или традиционного, с

экстенсивными рыбоводными системами, такими как, например, традиционным карповодством, может стать простым способом утилизации биологических отходов. Питательные вещества из интенсивной системы используются в качестве удобрений в экстенсивных прудах, когда излишек воды с интенсивного хозяйства поступает в карповые пруды. Вода из экстенсивных прудов может повторно использоваться в качестве производственной воды в интенсивном хозяйстве. Водоросли и водная растительность, растущие в экстенсивных прудах, поедаются растительноядными рыбами, которые в итоге облавливаются и используются для потребления. В интенсивной системе достигаются эффективные условия выращивания, а экологические воздействия устраняются благодаря комбинации с экстенсивными прудами.

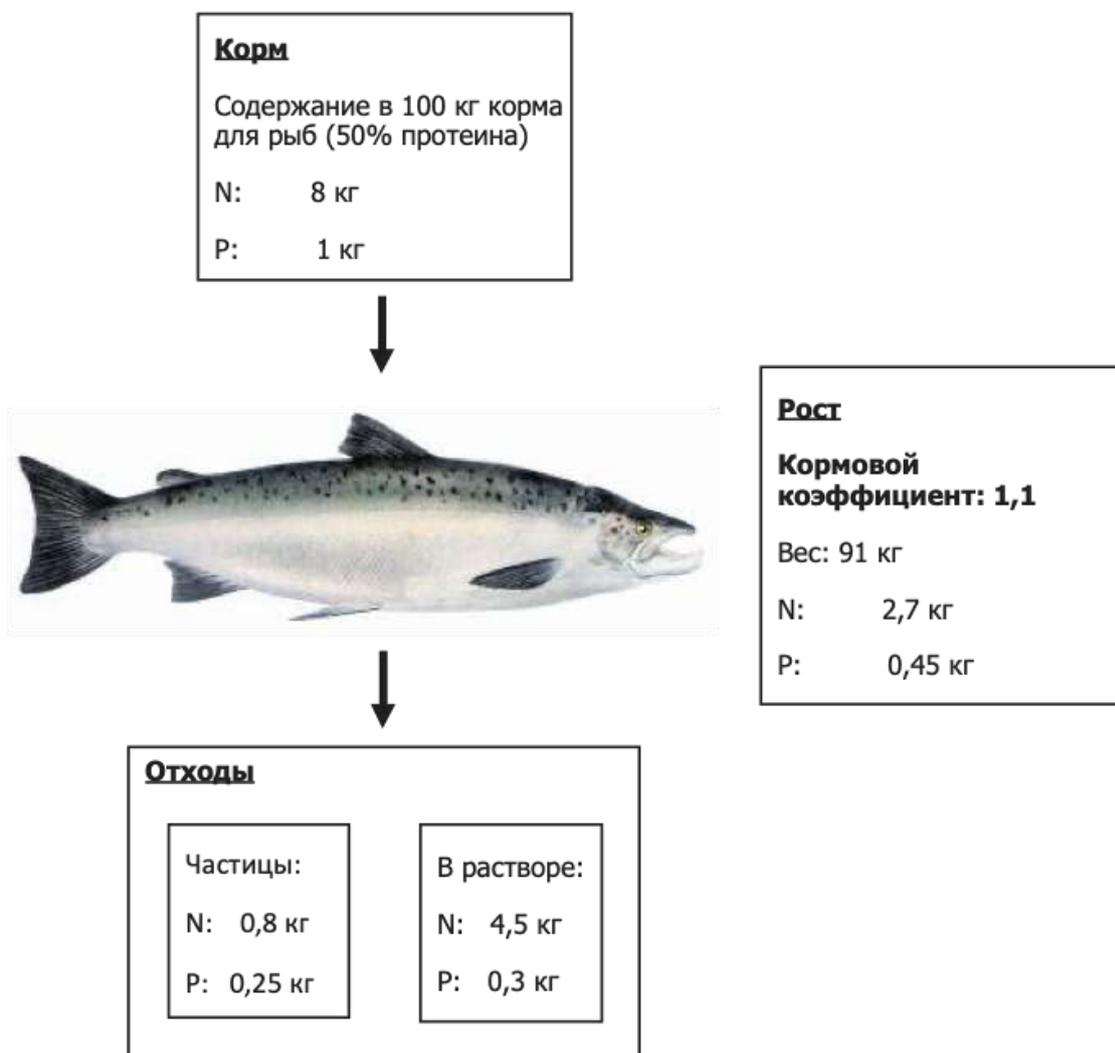


Рис. 80. Выделение азота (N) и фосфора (P) выращиваемыми рыбами при кормовом коэффициенте 1,1. Обратите внимание на большое количество N, выделяемое в растворенном виде (по Брайнбалле, 2010)

Для инновационного предпринимателя данный тип рециркуляционной аквакультуры обеспечивает большое число возможностей. Пример комбинации различных систем выращивания может получить дальнейшее развитие в рекреационном бизнесе, где спортивная ловля карпа или ловля форели из зарыбленных прудов могут стать частью более крупного туристического центра, включающего в себя гостиницы, рыбные рестораны и другие объекты.

Другим вариантом комбинации интенсивной аквакультуры с экстенсивными сельскохозяйственными системами, такими как, например, выращивание гусей или уток, или даже сельскохозяйственных растений, может стать хорошим способом улучшения очистки биологических отходов при аквакультуре, а также повышения прибыльности бизнеса предприятия.

Производство рыбы в интеграции с выращиванием водоплавающей птицы на рыбоводных прудах решает несколько задач фермерского рыбоводства, удешевляет производство товарной рыбы. Эта эффективность сводится к следующему:

- Достигается мелиоративный эффект на прудах, так как уничтожаются не только заросли, но и наземная растительность.
- Сокращается кормовой коэффициент при кормлении рыбы с 4,3 до 2,8-2,4.
- Сокращается количество кормов для гусей по сравнению с напольным содержанием.
- Увеличивается яйценоскость птицы.
- Качество мяса птицы, выращенной на прудах, выше, чем при напольном содержании; птица мясистая, имеет мало жира.
- Уничтожаются в прудах враги рыб – жуки, головастики, личинки стрекоз и т. д., а также промежуточные хозяева многих болезней – моллюски и черви.
- Суммарная получаемая продукция с прудов и окружающих земель (дамба и т. д.) значительно выше, нежели от выращивания только рыбы.

Получение продукции аквакультуры в сочетании с севооборотом осуществляется в России впервые с 2011 года на малом инновационном предприятии «Современный рыбоводный комплекс “Шараповский”», Астраханская область. Процесс производства включает попеременное выращивание объектов аквакультуры (карп, растительноядные рыбы) и сельскохозяйственных культур (бахчевые, зерновые, овощи) (рис. 81). Схема подготовки прудовых площадей увеличивает урожайность

сельскохозяйственной продукции после предшественника (объектов аквакультуры) в 2 раза, рыбопродуктивность — в 1,5 раза.



Рис. 81. Выращивание бахчевых культур после разведения карпа на прудах (по Брайнбалле, 2010)

Казалось бы, проблем с очисткой воды не должно возникать при разведении животных аквакультуры при садковом содержании в акватории морей и океанов, однако проблем с влиянием таких акваферм на экологию прилегающих водных территорий и экосистем обычно еще больше, так как используемую аквакультурой воду нельзя очистить. Кроме того, при садковом разведении животных нельзя не учитывать негативных последствий для гидробионтов вне аквакультуры, которые живут в той же воде, что и объекты аквакультуры.

Многие биотехнологические операции, выполняемые на аквафермах, однозначно приводят к внесению в водную среду продуктов метаболизма культивируемых гидробионтов (фекалии, псевдофекалии и экскреции), а также остатков несъеденного корма. В целом, реципиентом растворимых отходов акваферм является водная толща, а нерастворимые остатки накапливаются в донных отложениях.

Увеличивающееся поступление растворимых соединений азота и фосфора может привести к гипернитрификации — сверхобогащению биогенными элементами гидроэкосистем, сопряженных с аквафермой. В конечном итоге это вызывает их эвтрофикацию — повышение уровня первичного продуцирования. Имеются указания на случаи «цветения» фитопланктона в местах расположения садковых хозяйств. Наибольшие количества твердых отходов (преимущественно в виде органического углерода и азота) оседает на дно в непосредственной близости от садков. Перенасыщение бентической экосистемы органическими остатками вызывает резкое возрастание

потребления кислорода донными осадками. Как следствие, возможно ускорение процессов реминерализации органического азота, снижение биомассы макробентоса и изменение видового состава донных сообществ. В экстремальных случаях наблюдается формирование под садками безжизненных бескислородных зон, в которых концентрируются двуокись углерода, метан и сероводород. Имеются указания на обнаруженные локальные эффекты кислородного дефицита в водной толще непосредственно на аквафермах, обусловленного интенсивным дыханием объектов выращивания в садках.

Существенную нагрузку на водные экосистемы оказывают активные химические вещества, вносимые в воду с различными целями в процессе культивирования гидробионтов: медицинские препараты, средства дезинфекции, анестетики, биоциды, гормоны, стимуляторы роста, средства отпугивания хищников и паразитов и др. (рис. 82).

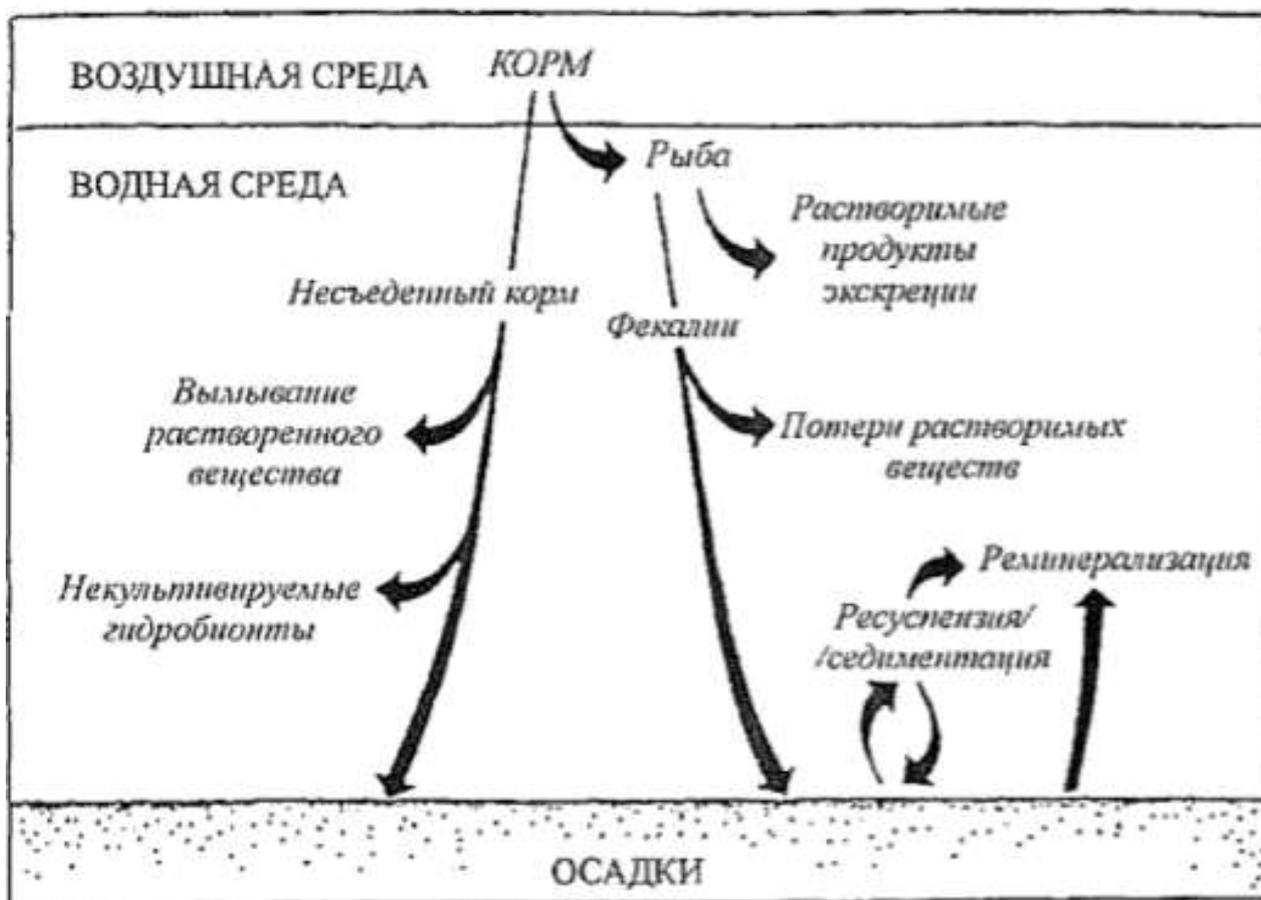


Рис. 82. Путь переноса загрязняющего органического вещества, поступающего в водную среду из садковых хозяйств (по Брайнбалле, 2010)

Опасность в данном случае представляет накопление долгоживущих соединений в тканях культивируемых организмов, их потенциальная токсичность для некультивируемых гидробионтов, а также стимулирование

повышения сопротивляемости антибиотикам микробных водных сообществ. Высокая концентрация культивируемых объектов в районах акваферм приводит к резкому повышению угрозы инфекционных и стрессовых заболеваний гидробионтов.

Перечисленные виды негативных воздействий акваферм на сопряженные экосистемы не позволяет рассматривать аквакультуру как «экологически безопасный» или «экологически чистый» вид антропогенной деятельности на морском побережье. Показательны данные, полученные многими авторами для морских садковых хозяйств по выращиванию лососевых. Типичная норвежская ферма с годовой продукцией 200 т лосося и отлаженной системой контроля, и технологии питания поставляет в год в окружающую среду порядка 2 т фосфора, 18 т азота и потребляет около 100 т кислорода в виде БПК-7. В шотландских водах ферма, культивирующая 50 т лосося в год с использованием 100 т корма, загрязняет среду, производя 19,4 т органического углерода, 2,2 т органического азота и 4 т растворимых нитратов. По-видимому, до 76% углерода и до 76% азота, скармливаемых лососевым рыбам при их выращивании в садках, поступает в водную среду, где их дальнейшая судьба будет зависеть преимущественно от особенностей гидрологического режима акватории.

Таким образом, при любом способе разведения животных объектов аквакультуры мы сталкиваемся с негативным влиянием на прилегающие экосистемы и, прежде всего, при садковом разведении в акватории морей или озер. Кроме проблем с загрязнением воды продуктами жизнедеятельности культивируемых животных, которая полностью или частично без очистки возвращается в природные водоемы, существуют еще и проблемы загрязнения прилегающих территорий инфекционными заболеваниями, а также химикатами и препаратами для их лечения, профилактики и санитарной обработки акваферм.

Также экологическую угрозу для прилегающих экосистем могут представлять и гибриды видов животных аквакультуры, полученные методом селекции, хотя законодательно их попадание в природные экосистемы запрещено во многих странах, включая Россию.

Одной из главных причин истощения *мангровых лесов* является расширение аквакультуры креветок. Прибрежные регионы Юго-Восточной Азии понесли значительные потери, поскольку их производство креветок за последние 50 лет стало доминировать на рынке. Производительность и устойчивость креветочных прудов зависят от товаров и услуг, предоставляемых мангровыми экосистемами, однако мангровые леса расчищаются для строительства этих креветочных ферм. Мы сами наблюдали это в 1990 году на юге Вьетнама.

Экологи и защитники окружающей среды указали на то, что развившееся во Вьетнаме производство креветок несет риски для людей и природы. Кризисную ситуацию создает уничтожение мангровых лесов и дальнейшее повышение уровня моря.

Дельта реки Меконг, которую называют вьетнамской "рисовой чашей" из-за больших рисовых плантаций, за несколько последних лет стала местом активного разведения креветок. Фермеры Вьетнама значительно увеличили свою прибыль благодаря новому производству. Однако экологи указали, что выгода от интенсивного разведения креветок не может быть бесконечной.

Одновременно со строительством ферм на местах вырубленных мангровых лесов в дельте Меконга из-за климатических изменений повышается уровень соленой воды. Именно этот фактор с 1990-х годов способствовал развитию производства креветок: земли рисовых плантаций с пресной водой затапливала морская вода, и условия для создания креветочных ферм становились идеальными.

По состоянию на 2012 год мангровые заросли встречаются в 105 странах мира. Несмотря на то, что 10 крупнейших держателей мангровых лесов распределены в 105 странах, они содержат примерно 52% мирового запаса мангровых лесов, при этом только Индонезия содержит от 26% до 29% всех мировых запасов мангровых деревьев. Самая большая сплошная территория мангровых лесов, вероятно, находится в национальном парке Сундарбанс и вокруг него в Индии и мангровых лесах Сундарбанс в Бангладеш, которые оба признаны ЮНЕСКО объектами всемирного наследия. Хотя теплые океанические течения существуют почти исключительно в тропиках, они поддерживают мангровые леса на севере, вплоть до природного заповедника Уолсингем (заповедник Идвал Хьюз) на Бермудских островах, и на юге, до острова Змеиный, в Австралии.

С 2000 по 2012 год глобальные темпы обезлесения мангровых лесов составляли от 0,16% до 0,39% в год, а в Юго-Восточной Азии – от 3,58% до 8,08%. Подсчитано, что с 1970 года 28% утраченных мангровых зарослей было вытеснено коммерческой аквакультурой.

Эта деятельность считается самой большой причиной исчезновения мангровых лесов во всем мире (рис. 83). С 1980-х гг. аквакультура резко выросла, заменив мангровые заросли прудами и ухудшив прилегающие территории с соответствующим загрязнением. Аквакультура сильно повлияла на некоторые регионы. Например, за последние десятилетия в Азии было потеряно 50–80% мангровых зарослей. Азия, Карибский бассейн и Латинская Америка больше всего в этом плане пострадали от аквакультуры.

Напомним здесь, что экологическое значение мангровых лесов очень высокое. Они влияют на восстановление промысловых косяков океанических рыб, являясь «яслями» и «детскими садами» для целого ряда видов рыб, включая акул.



Рис. 83. Развитие аквакультуры привело к резкому сокращению площадей мангровых лесов в Юго-Восточной Азии и Карибском бассейне

(no https://ru.hrvwiki.net/wiki/Mangrove_tree_distribution)



Глава 8. Природоохранные направления в деятельности учреждений, владеющих технологиями аквакультур

Различные направления аквакультуры – от аквариумистики до промышленного рыбоводства и организации ферм по выращиванию водных гидробионтов дали возможность разработать целый ряд оригинальных технологий по содержанию, разведению и лечению объектов аквакультуры. Это, в свою очередь, резко подняло общую численность ценных видов, в числе которых нередко можем встретить редких и исчезающих в природных условиях. По сути создаются искусственные генетические банки, которые могут позволить при необходимости вернуть в природу необходимое количество того или иного вида животных.

Так, на готовых осетроводческих фермах России уже сейчас сохраняются такие редкие виды рыб как сахалинский и амурский осетры, калуга, шип. Поддерживаются природные популяции русского и сибирского осетров и других рыб (рис. 84). На очереди среднеазиатские лжелопатоносы. Специалисты в области аквариумистики сохраняют и поддерживают в искусственных популяциях необходимое количество гидробионтов редких и исчезающих видов.



Рис. 84. Мальки осетровых, выращенные на рыбозаводе
(no <https://www.inatyrau.kz/news/2450580/rybovodnyye-zavody-atyrau-vyrastili-7-mln-malkov-osetrovyh-porod>)

Развитие современной биотехнологии привело к использованию интенсивных методов для разведения ценных промысловых и экзотических рыб. Среди них:

- гормонотерапия — искусственная стимуляция созревания производителей гормональными препаратами;
- искусственное осеменение;

- массовый метод инкубации оплодотворенной икры в специальных аппаратах;
- подращивание молоди и выращивание взрослой рыбы в специальных конструкциях различных емкостей с замкнутой системой регенерации воды;
- ускоренные методы получения зрелых половых продуктов от рыб не созревающих естественным образом.

И еще один важный аспект. В связи с сокращением ресурсов Мирового океана и внутренних водоемов аквакультура приобретает все большее значение. Многие считают ее индустрией будущего, так как по продуктивности она значительно превосходит культивирование наземных животных. Доля продуктов, поступающих от предприятий аквакультуры по сравнению с естественным промыслом постоянно растет. Задача будущих поколений в снижении негативного влияния объектов аквакультуры на природные экосистемы. Здесь важным направлением станет широкое использование установок замкнутого водоснабжения (УЗВ). Крайне необходимы работы по их дальнейшему совершенствованию в плане повышения экологической безопасности (рис. 85).



Рис. 85. Контрольный вылов осетра
(no <https://denisanikin.livejournal.com/137710.html>)

Глава 9. Ветеринарный контроль качества конечной продукции, требования к её транспортировке и хранению

Ветеринарный контроль качества конечной продукции включает контроль за здоровьем животных объектов аквакультуры, диагностику, профилактику и лечение инфекционных и паразитарных болезней с целью обеспечения высокого уровня продуктивности акваферм (рис. 86). Кроме этого, ветеринарный контроль обязан выявлять патогены, которые не представляют опасности для животных аквакультуры, но опасны для конечного потребителя – человека.

Прежде всего, необходимо отметить, что для животных аквакультуры содержащихся в условиях высокой плотности и малом количестве воды большой вред здоровью вплоть до массовой гибели приносит несоблюдение экологических условий содержания животных. Недостаток кислорода, низкая или наоборот очень высокая температура воды, избыток корма могут в течение короткого времени привести к накоплению углекислого газа, сероводорода, аммиака и нитритов вплоть до летальных концентраций, что приведет к массовой гибели животных. В любом случае, отклонение экологических факторов от оптимума в аквакультуре часто приводит к болезням и снижению продуктивности фермы безо всяких инфекций и паразитов.

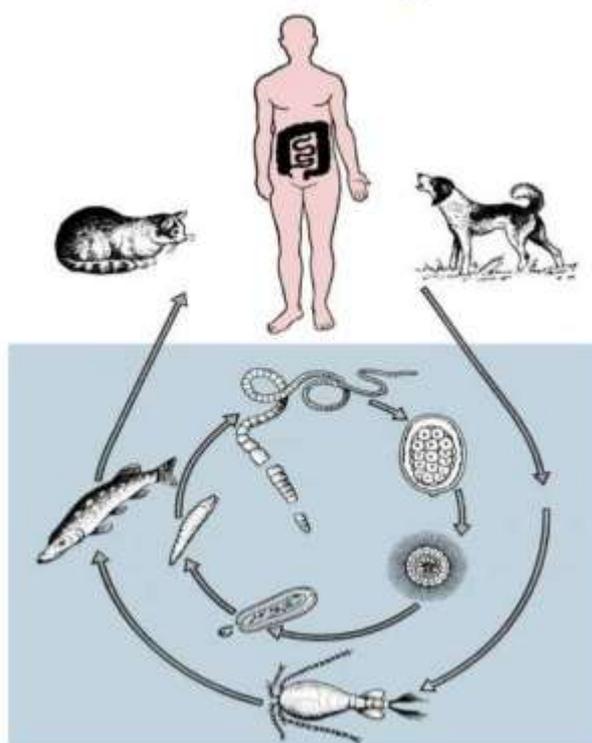


Рис. 86. Вскрытие радужной форели, страдающей раздутием плавательного пузыря. Данный симптом чаще всего вызван перенасыщением газов в воде
(по Брайнбалле, 2010)

Ветеринарный контроль на аквафермах имеет свои приоритеты и специфику в зависимости от способа содержания животных. При садковом

содержании в акватории морей и океанов, да и при проточном разведении на реках, ветеринар практически не имеет возможности контролировать экологические факторы содержания животных, поскольку они определяются природно-климатическими факторами географической зоны разведения. Однако, в данном случае нет и опасности создания летальных концентраций газов или продуктов метаболизма животных в воде ввиду больших объемов воды. При таких способах культивирования возможность профилактики, а часто и лечения инфекционных и паразитарных инфекций тоже весьма ограничены. При данных традиционных способах аквакультуры (садковом или проточном) основные усилия ветеринара должны быть направлены на ветеринарный контроль конечной продукции, призванный обеспечить безопасность для конечного потребителя – человека. Тем более, что при таких открытых способах культивирования высока вероятность заноса инфекций и паразитов, опасных для человека, из окружающей среды. Для рыбоводства прежде всего речь идет о гельминтах – цестодах и сосальщиках (рис. 87, 88), для которых рыбы являются промежуточными хозяевами, а человек и наземные теплокровные животные – конечными.

Лентец широкий: жизненный цикл



- **Окончательный хозяин: человек и плотоядные млекопитающие.** Заражение – при употреблении **свежепосоленной икры и полусырой рыбы, содержащей личиночную стадию (плероцеркоид).**
- **1-й промежуточный хозяин: циклоп, в котором развивается личинка - процеркоид**
- **2-й промежуточный хозяин: рыба – плероцеркоид.**

Рис. 87. Пресноводная рыба, выращиваемая в садках, находящихся в акватории озер, рек или в открытых прудах, может быть заражена личинками лентецов
(no <https://present5.com/lekciya-2-chast1-sistematicheskij-obzor-carstva-metazoa-mnogokletochnye/>)

Даже если пораженные гельминтами рыбы не представляют опасности для человека, как например, в случае лигулеза (рис. 89), вызываемого ремнецами из цестод, или большинства нематодозов, такая продукция вряд ли может считаться качественной товарной продукцией.



Рис. 88. Пресноводная рыба – источник описторхоза, вызванного сосальщиком *O. felineus*, часто паразитов заносят на аквафермы домашние животные, прежде всего кошки ([no https://ppt-online.org/468662](https://ppt-online.org/468662))

Особое внимание необходимо уделить продукции акваферм, которая может употребляться человеком в сыром виде – рыба в виде суши или сашими, а также моллюски, прежде всего устрицы, а также мидии. Устричные фермы располагаются в прибрежных акваториях, куда попадают сточные воды прилежащих населённых пунктов, несущие большое количество бактерий, возбудителей кишечных инфекций, и вирусов (рис. 90). Если еще анализы продукции на бактерии кишечной группы где-то делаются, то анализы на вирусы у моллюсков все еще не вышли за пределы научных исследований. Двустворчатые моллюски являются эффективными фильтраторами воды и способны концентрировать в своем организме большие количества патогенов. Поэтому так часто появляются сообщения о бактериальных отравлениях и

вирусных инфекциях, вызванных вирусами ЕСНО, Коксаки, ротавирусами и другими, после употребления человеком моллюсков в сыром виде.

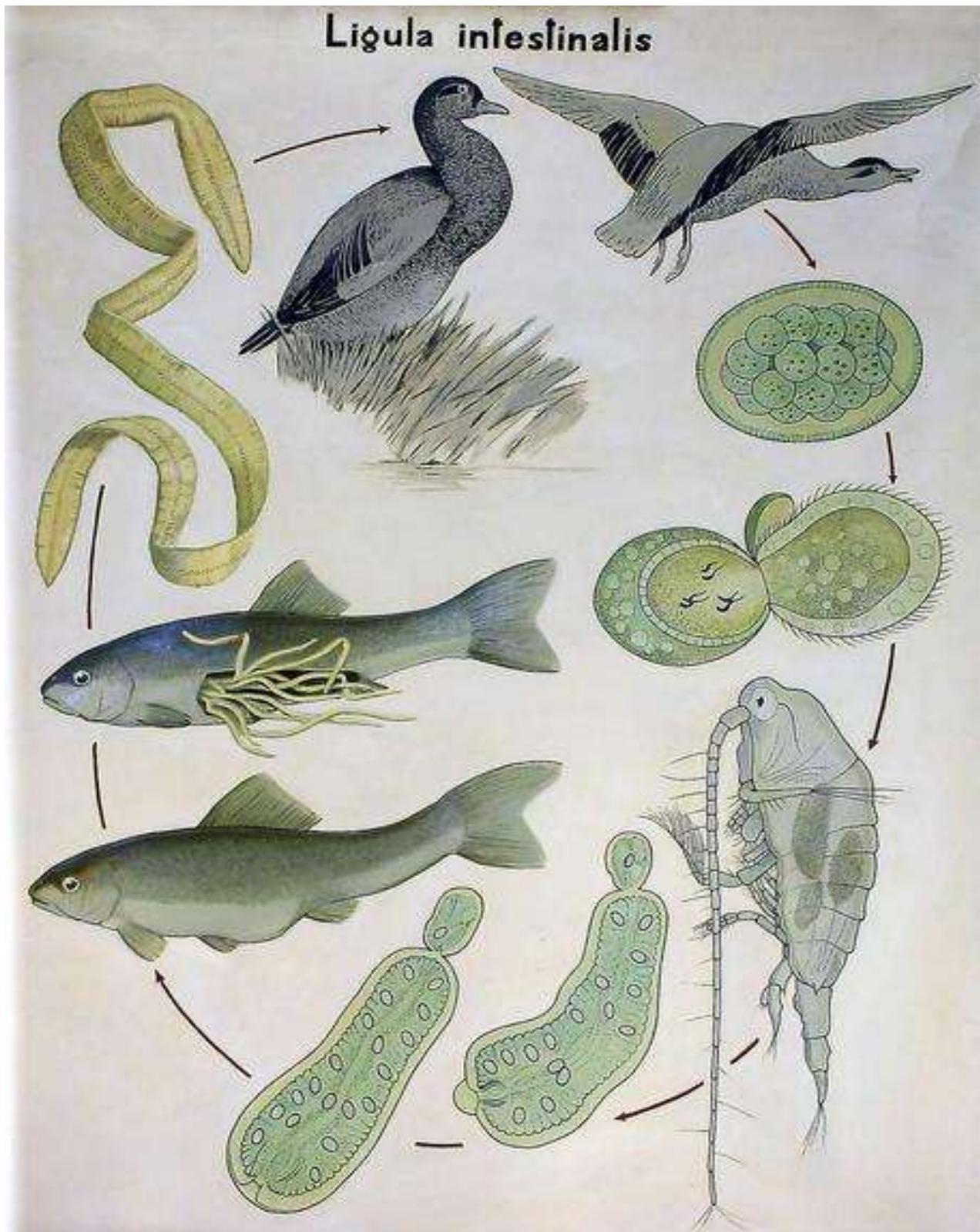


Рис. 89. Лигулез рыб – заболевание, которое часто заносит водоплавающие птицы в садки и пруды культивирования пресноводных рыб
(no <https://present5.com/obshhaya-karakteristika-ploskix-chervej-25-tys-vidov/>)



Рис. 90. Крупная устричная ферма во Франции – в прибрежной полосе Атлантического океана
(no <https://www.liveinternet.ru/users/6108784/post445958346/>)

В отличие от традиционных хозяйств аквакультуры (садковых, проточных или прудовых), в современных высокотехнологичных Установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) автоматизированная система контроля и поддержания оптимальных экологических условий содержания животных обеспечивает не только выращивание здоровых животных, но и высокую продуктивность таких акваферм. Тем более, что при такой биотехнологии исключается занос инфекций из прилегающих экосистем. Существует большое количество примеров УЗВ в мире и особенно в Европе, функционирующих без возникновения каких-либо проблем с заболеваниями. Однако, не стоит забывать, что если традиционные способы аквакультуры в основном занимаются подращиванием рыбы до товарной, то на УЗВ процесс начинается с выведения мальков из икры. Часто именно УЗР и поставляют мальков для последующего использования их в традиционных предприятиях. А на ранних этапах развития особи наиболее чувствительны к инфекционным и паразитарным болезням, тем более, что икра часто поставляется из природных нестерильных источников. Поэтому, даже для технологий УЗВ необходимо соблюдать меры профилактики (табл. 6), чтобы в последующем минимизировать применение ветеринарных препаратов для лечения больных животных. Очень важно следить за тем, чтобы икра рыб,

привозимая в установку, была абсолютно свободной от заболеваний и, если возможно, происходила из сертифицированной культуры, свободной от болезней.

Нужно следить за тем, чтобы используемая вода была свободна от патогенов или стерилизовалась перед попаданием в систему; намного лучше использовать воду из скважины, колодца или другого подобного источника, чем воду, поступающую прямо из моря, реки или озера. Кроме того, надо отслеживать, чтобы никто из людей, проходящих на хозяйство, будь то посетители или рабочие, не занес никаких заболеваний.

Встает вопрос – когда возможно, следует проводить тщательную дезинфекцию системы? Это относится как к новым установкам, готовым к первому запуску, так и к существующим системам, из которых удалили рыбу и которые готовы к новому производственному циклу. Следует помнить о том, что заболевание из одного бассейна УЗВ, по всей вероятности, может распространиться и на другие бассейны системы. Это делает понятной важность профилактических мер.

Таблица 6. Примерный план ветеринарных профилактических мероприятий на высокотехнологичных предприятиях аквакультуры УЗВ (по Брайнбалле, 2010)

О чем следует помнить:	Как это делается?
Чистый источник подпиточной воды	По возможности, используйте грунтовые воды. Дезинфицируйте их УФ-излучением. В отдельных случаях используйте песочные фильтры и озон.
Дезинфекция системы	Наполните систему водой и поднимите pH до 11–12 с помощью гидроксида натрия NaOH. Количество – около 1 кг на кубический метр воды, в зависимости от ее буферной емкости.
Дезинфекция оборудования и поверхностей	Погрузите в раствор йода концентрацией 1,5% или согласно инструкции, либо опрыскайте им. Оставьте на 20 минут, после чего сполосните чистой водой.
Дезинфекция икры	Оставьте партию икры на 10 минут в растворе концентрацией 3 дл йода на 50 л воды. Меняйте раствор каждый раз после дезинфекции 50 кг икры.
Работники	Переодевайтесь и переобувайтесь на входе в установку. Мойте или дезинфицируйте руки.
Посетители	Переобувайтесь или используйте ножную ванну для погружения в нее обуви (2% раствор йода). Мойте или дезинфицируйте руки. Посетители не должны прикасаться ни к чему внутри установки.

Хорошим способом для предотвращения распространения патогенов внутри системы является физическое разделение различных этапов производства. Таким образом, инкубационный цех должен работать как изолированная и закрытая система, также, как и выростной и нагульный блоки. Если на хозяйстве содержится ремонтно-маточное стадо, оно также должно быть изолировано в отдельном блоке. Это позволяет, на практике, легче ликвидировать заболевания.

Профилактические мероприятия также важны и для традиционных способов аквакультуры, так как в случае возникновения вспышки заболевания животных лечение будет трудоемким и не всегда возможным, особенно при садковом или проточном методах выращивания. Ведь внесение большинства препаратов осуществляется растворением их в воде содержания, а при садковом или проточном выращивании достичь эффективных концентраций зачастую невозможно. Наиболее надежным способом обработки является окунание рыб в ванну с раствором химического вещества. Однако, на практике, данный метод неосуществим, поскольку объемы обрабатываемой рыбы часто слишком велики. Применение антибиотиков вместе с кормом дает хорошие результаты, так как концентрации антибиотиков в воде, по сравнению с их концентрациями внутри рыб, обрабатываемых кормами с лекарством, являются относительно низкими.

Основные препараты, применяемые для лечения паразитарных и грибковых заболеваний рыб следующие: поваренная соль (NaCl) для пресноводных животных, формалин (НСНО) и перекись водорода (H₂O₂). Купание рыб в растворе празиквантела и флубендазола также является эффективным средством против паразитов, если это оказывается возможным.

Поваренная соль (NaCl): применение соли является относительно безопасным, и она может использоваться в пресной воде для лечения «манки», болезни белых пятен (ихтиофтириоза, вызываемого *Ichthyophthirius multifiliis*) и распространенного грибка сапролегнии. В пелагической фазе ихтиофтириус может быть убит концентрацией соли 10‰, а новые результаты указывают на то, что донные стадии развития погибают при 15‰. Жидкости организма рыб содержат около 8‰ соли и большинство пресноводных рыб выдерживают соленость воды, приблизительно равную этой, с течение нескольких недель. В инкубационном цехе концентрация 3–5‰ предотвратит грибковые инфекции.

Формалин (НСНО, или СН₂О): низкие концентрации формалина (15 мг/л) в течение долгого времени (4–6 часов) с успехом использовались для обработки против видов *Ichthyobodo necator* (Costia), *Trichodina* sp., *Gyrodactylus* sp., прикрепленных ресничных инфузорий и ихтиофтириуса.

Перекись водорода (H₂O₂): не используется широко, хотя опыты дали многообещающие результаты относительно ее использования в качестве заменителя формалина при концентрациях между 8 и 15 мг/л в течение 4–6 часов.

При лечении бактериальных инфекций, таких как фурункулез, вибриоз или краснуха карпов, единственным способом лечения рыб является использование антибиотиков. Антибиотики подмешиваются в корма для рыб и скармливаются по несколько раз в день в течение, например, 7 или 10 дней. Концентрация антибиотиков должна быть достаточной для уничтожения бактерий.

Лечение вирусных болезней рыб таких как, IPN (инфекционный некроз поджелудочной железы), VHS (вирусная геморрагическая септицемия) (рис. 91) или вызванных другими вирусами у беспозвоночных ракообразных и моллюсков невозможно. Единственным способом для избавления от вирусов является освобождение всего хозяйства от животных, дезинфекция системы и начинание всей работы заново.

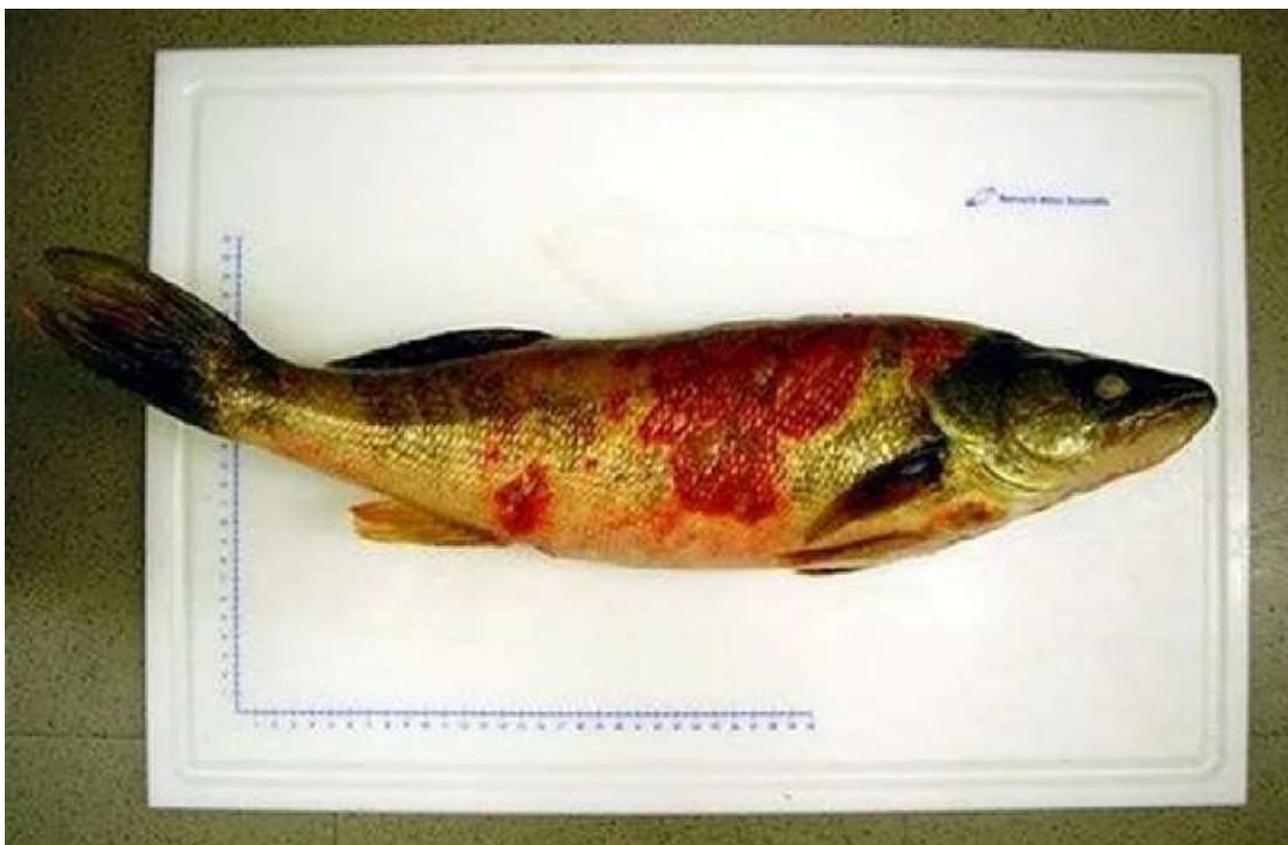


Рис. 91. Вирусная геморрагическая септицемия (*no <https://infourok.ru/slayd-soprovozhdenie-k-kursu-op-zoologiya-rib-i-ih-bolezni-specialnosti-spo-ichtiologiya-i-ribovodstvo-3657309.html>*)

Эпизоотическое состояние объектов аквакультуры Российской Федерации публикуется на сайте Национального центра безопасности продукции водного

промысла и аквакультуры (Москва), где также перечислены основные санитарные требования к транспортировке и хранению продукции.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры» (далее – ФГБУ «НЦБРП») находится в ведении Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору и осуществляет свою деятельность в качестве референтного центра Россельхознадзора.

ФГБУ «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры» работает в статусе специализированного подразделения Россельхознадзора. Учреждение предоставляет комплекс услуг по сертификации рыбы и морепродуктов. В числе заказчиков организации – более тысячи предприятий, составляющих основу рыбохозяйственного комплекса РФ. Основной задачей ФГБУ «НЦБРП» выступает обеспечение безопасности рыбы и морепродуктов посредством выполнения различных работ. В их число входят:

- оценка соответствия предприятий и судов законодательству и стандартам России, государств ЕАЭС и других стран;
- лабораторные испытания на предмет соответствия требованиям в области безопасности продовольствия;
- сертификация продукции, систем безопасности и качества предприятий;
- разработка и экспертиза различных видов документации – технической, технологической, методической и других;
- оказание образовательных и консультационных услуг.

Заключение

В связи с сокращением ресурсов Мирового океана и внутренних водоемов из-за растущего антропогенного пресса аквакультура приобретает все большее значение. Многие считают ее индустрией будущего, так как по продуктивности она значительно превосходит культивирование наземных животных. Доля продуктов, поступающих от предприятий аквакультуры по сравнению с естественным промыслом постоянно растет. Будущие поколения людей должны быть заинтересованы в снижении негативного влияния объектов аквакультуры на природные экосистемы. Важным направлением науки и практики станет широкое использование установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) и систем оборотного водоснабжения (СОВ). Крайне необходимы работы по их дальнейшему совершенствованию в плане повышения экологической безопасности. Необходимы действия государственных органов по поддержке производства и качества рыбопродукции и продукции других гидробионтов.

Так, в Совете Федерации предлагают разделить существующие коды в Общероссийском классификаторе видов экономической деятельности (ОКВЭД) для переработчиков рыбы. Это позволит оказывать адресную поддержку тем, кто занимается переработкой. Об этом рассказал первый заместитель председателя Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию С.Г. Митин на площадке XXIII Российской агропромышленной выставки «Золотая осень-2021».

Как отметил Сергей Герасимович, из 5,1 млн тонн общего объема вылова рыбы по итогам прошлого года на переработку было отправлено 4,2 млн тонн. Однако в основном переработка заключалась в производстве консервов и простом обезглавливании рыбы. Тогда как разделка рыбы, например, на филе – одного из наиболее востребованных продуктов на российском и мировом рынках, была минимальной. *«Вот тут, на мой взгляд, наступает следующее институциональное преобразование. Необходимо разделить эти понятия (производство консервов, пресервов, филе и обезглавливание рыбы). И только сделав это, можно получить объективную оценку работы отрасли. Мы видим, что существующие в настоящее время коды видов экономической деятельности (ОКВЭД) не позволяют этого сделать. Таким образом, мы не можем принять грамотные управленческие решения, не имея сводных данных, сколько и какого вида продукции перерабатывается, в том числе для оказания необходимой адресной поддержки отрасли переработки»*, – сказал С.Г. Митин. Сенатор отметил, что четкое разделение ОКВЭД и оказание адресной поддержки рыбопереработчикам позволят направлять средства бюджета *на поддержку производства наиболее востребованной рыбопродукции*. По его словам, сейчас

разрабатывается проект Федерального закона «Об основах госрегулирования в области развития производства пищевой рыбной продукции». Документ даст основные отраслевые определения, в том числе что такое глубокая переработка рыбы.

Необходимо помнить и о загрязнении некоторых акваторий российских морей (Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского, Японского и Охотского) нефтепродуктами, тяжелыми металлами и патогенной микрофлорой, попадающих в воду через канализационные трубы, нефтескважины и с морских судов. Поэтому качество вылавливаемых морепродуктов в ряде мест оставляет желать лучшего. В связи с этим, продукты аквакультуры могут стать конкурентоспособными из-за своей бóльшей экологической безопасности. Развитие объектов аквакультуры требует внимания и контроля государственных органов.



Рис. 92. На осетровой ферме
(no <https://grayvoron.tiu.ru/p103337973-uzv-rybnaya-ferma.html>)

Словарь терминов

Аквакультура (от лат. aqua — вода и культура — возделывание, разведение, выращивание) — разведение и выращивание водных организмов (рыб, ракообразных, моллюсков, водорослей) в естественных и искусственных водоёмах, а также на специально созданных морских плантациях.

Аквадизайн (англ. design) — художественное проектирование аквариумов и их предметной среды.

Акваскейпинг (англ. aquascaping) — это искусство оформления аквариумов, при котором сам аквариум становится живой картиной.

ГОСТ (государственный стандарт) — это нормативно-правовой документ, в соответствии с требованиями которого производится стандартизация производственных процессов.

ЗОЖ – Здоровый образ жизни, — образ жизни человека, направленный на сохранение здоровья, профилактику болезней и укрепление человеческого организма в целом.

Марикультура — часть аквакультуры, занимающаяся рыбоводством и выращиванием других организмов в морских водах (морское фермерство).

ОКВЭД – Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (сокращ.) — документ, входящий в состав общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации.

Органическая аквакультура — это выращивание рыбы, ракообразных, моллюсков, водорослей без применения агрохимикатов, стимуляторов роста, гормональных препаратов, антибиотиков и генетически модифицированных организмов.

Рыбоводство является формой аквакультуры. Оно предусматривает разведение рыбы на рыбоводных заводах в цистернах или загонах. Оборудование, которое позволяет выпускать молодняк рыб в дикую среду для развлекательного рыболовства или для пополнения численности природных видов, обычно относят к рыбным инкубаторным станциям.

СОВ – системы оборотного водоснабжения.

УЗВ – установки замкнутого водоснабжения.

Рекомендуемая литература

- Актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства. Ростов-на-Дону, 11–12 декабря 2018 г., ФГБНУ «АзНИИРХ». Ростов-н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2018. — 390 с
- Бардач Д., Ритер Д., Макларни У. Аквакультура. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 296 с.
- Боркин Л. Я., Флякс Н. Л. О промышленном разведении амфибий // Первое Всесоюзное совещание по проблемам зоокультуры: тез. докл. – М., 1986. Ч. 2. – С. 121–123.
- Брайнбалле Якоб Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. – Копенгаген, 2010. 74 с. Электронный ресурс: <http://aquacultura.org/upload/files/pdf/library-5.pdf> (Дата обращения 10.11.2021)
- Ван Хай Динь, Мукатова М. Д., Сколков С. А. О возможности использования озерной лягушки (*Rana ridibunda*) в качестве пищевого сырья // Вестник АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. 2013. № 1. – С. 190–193.
- Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология / Под ред. Н.А. Головиной, О.Н. Бауэра. – М.: Мир, 2003. – 448 с.
- Иванова Н.Л. О возможности промышленного разведения озерных лягушек в водоемах среднего Урала // Аграрный вестник Урала. № 01 (143). 2016. Электронный ресурс: <http://avu.usaca.ru/media/BAhbBlSHOgZmSSIvMjAxNi8wMS8yOS8wOV8xMV8yOV8yOTRfX19fXzIwMTYuMTIlfMjQucGRmBjoGRVQ> (Дата обращения 10.11.2021)
- Ковачева Н.П. Искусственное воспроизводство и культивирование морских и пресноводных ракообразных отряда Decapoda / Автореф. докт. дисс. – М., 2006. 54 с.
- Ковачева Н.П. Аквакультура ракообразных и иглокожих: достижения и перспективы – Электронный ресурс: <http://www.searchinfarm.no/> (Дата обращения 8.11.2021)
- Крюков В.И. Рыбоводство. Садковое выращивание форели в Центральной России. / В.И. Крюков, А.В. Зарубин // Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. – Орел: Изд-во «Автограф», 2011. – 32 с.
- Кулеш, В.Ф. Потенциальные возможности тепловодной аквакультуры промысловых ракообразных в Беларуси. / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович //

- Материалы Междунар. конф. «Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века». – Минск: ОДО Тонпик, 2004. – С. 72–75.
- Кулеш В. Ф. Состав пищи и пищевая избирательность пресноводных креветок в аквакультуре (обзор) // Весці БДПУ. – 2010. – № 3 (65). – С. 21–28.
- Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 428 с.
- Нестерчук С.Л., Буга С.В., Остапенко В.А. Семейство осетровых (Acipenseridae) в коллекциях зоопарков и аквариумов региона ЕАРАЗА. // Проблемы зоокультуры и экологии. Вып. 5. – М.: ГАУ "Московский зоопарк"; ЕАРАЗА. СОЗАР: Изд. ООО "Типография офсетной печати". 2021. – С. 70–79.
- Нестерчук С.Л., Коновалов А.М., Остапенко В.А. Использование зоокультуры пресноводных моллюсков – *Anodonta cygnea* L. для изучения экологии вирусов гриппа А. // Проблемы зоокультуры и экологии. Вып. 4. М.: ГАУ "Московский зоопарк"; ЕАРАЗА. 2020. – С. 149–155.
- Нестерчук С.Л., Остапенко В.А. Длительное переживание вирусов гриппа А в зоокультурах водных беспозвоночных. // Ветеринария, Зоотехния и Биотехнология. Вып. 3. 2021. – С. 70–77.
- Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е.В., Крутченко А.А. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006. – 114 с.
- Овсянникова Е.В. Влияние абиотических факторов на рост и выживаемость личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в условиях её товарного выращивания / Е.В. Овсянникова, В.Н. Крючков // «Вестник АГТУ. Серия: Экология». – Астрахань, 2004. – № 2 (21). – С. 60–65.
- Остапенко В.А. Явление паразитизма как экологическая адаптация. Учебное пособие. – М.: Изд-во «ЗооВетКнига». 2020. – 85 с., илл.
- Остапенко В.А., Нестерчук С.Л., Буга С.В. Основы экологии: учебное пособие. – М.: ООО НПО «Сельскохозяйственные технологии». 2022. 140 с.
- Пономарев С.В. Фермерская аквакультура: Рекомендации / С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина, И. Ю. Киреева. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 192 с.
- Сальников Н.Е. Пресноводные креветки – перспективный объект аквакультуры прикаспийского и северо-кавказского региона // Зооиндустрия. – 2001. – № 1. – С. 48–52.
- Сальников Н.Е., Суханова М.Э. Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России, – Астрахань, 2000. – 230 с.

Статкевич С.В. Экологические аспекты культивирования гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) в условиях Крымского полуострова. – Севастополь, 2017. – 182 с.

Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2004. – 148 с. Электронный ресурс:

<http://aquacultura.org/upload/files/pdf/library/sturgeon/%D0%A7%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20%D0%B8%20%D0%B4%D1%80%20-%20%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D0%B8%20%D0%B2%D1%8B%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D0%BE%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85%20%D1%80%D1%8B%D0%B1.pdf> (Дата обращения 10.11.2021)

<https://earaza.ru/?p=449> (Дата обращения 10.11.2021)

<https://earaza.ru/?p=876> (Дата обращения 10.11.2021)

<https://vetandlife.ru/vizh/sobytiya/sovet-federatsii-predlagaet-okazyvat-adresnuyu-pomoshch-rybopererabotchikam/> (Дата обращения 10.11.2021)

<https://vetandlife.ru/vizh/sobytiya/issledovanie-u-vyrashchennogo-v-nevole-lososya-razmer-glaz-menshe-chem-u-dikogo/> (Дата обращения 10.11.2021)

<https://vetandlife.ru/vizh/sobytiya/v-rossii-zarozhdaetsya-organicheskaya-akvakultura/> (Дата обращения 10.11.2021)

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0 (Дата обращения 11.11.2021)

Manual on Effluent Treatment in Aquaculture: Science and Practise. Outcome of the EU supported Aquatreat project, 2007: www.aquaetreat.org (Дата обращения 10.11.2021)

Recirculation Aquaculture by M.B. Timmons & J.M. Ebeling, NRAC Publication No. 01-007, Cayuga Aqua Ventures, USA, 2002, ISBN 978-0-9712646-2-5

The State of World Fisheries and Aquaculture 2006, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Viale delle Terme de Caracalla, 00153 Rome, Italy, 2007, ISBN 978-92-5-105568-7

**Сергей Леонидович Нестерчук,
Владимир Алексеевич Остапенко,
Михаил Вячеславович Новиков**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ЭКОЛОГО-ПАРАЗИТАРНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Рецензенты:

Академик РАЕН, заслуженный эколог РФ, проф., д.б.н. Каледин А.П.
(РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева);

Академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, проф., д.с/х.н. Балакирев Н.А.
(МГАВМиБ-МВА им. К.И. Скрябина)

Печатается в авторской редакции.
Формат 60x90x16. Гарнитура Times New Roman.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Тираж 500 экз.

ООО НПО «Сельскохозяйственные технологии»
Россия, Москва, ул. Ташкентская, д. 34/4
8 (495) 919-44-52, 374-56-50
www.zoovetkniga.ru