

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова»**

**ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО**

**краткий курс лекций**

**для студентов 3 курса**

Направление подготовки

**35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура**

Профиль подготовки

**Аквакультура**

**Саратов 2016**

УДК 639.2/6(075.8)

ББК 47.2я73

Г-15

**Товарное рыбоводство:** краткий курс лекций для бакалавров 3 курса  
Г15 направления подготовки 35.03.07 «Водные биоресурсы и аквакультура», профиль  
подготовки «Аквакультура» / Сост.: И.А. Галатдинова // ФГБОУ ВО «Саратовский  
ГАУ». – Саратов, 2016. – 49 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «**Товарное рыбоводство**» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для бакалавров направления подготовки 35.03.07 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Краткий курс лекций содержит материал о методах организации товарного рыбоводства, дана характеристика прудовых рыб, используемых в рыбоводстве кормовой базы, описаны производственные процессы в товарном рыбоводстве..

УДК 639.2/6(075.8)

ББК 47.2я73

© Галатдинова И.А., 2016  
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2016

## Введение

Российская рыбная отрасль на протяжении всего периода после распада СССР являлась бездотационной, при этом обеспечивая значительные финансовые поступления в бюджетную систему Российской Федерации. Начиная с 90-ых годов XX в. проводимая государством политика в отношении рыбной отрасли России в конечном итоге не способствовала наращиванию инвестиционного потенциала, обеспечению конкурентоспособности отрасли. Отсутствие у организаций рыбного комплекса достаточного объема собственных средств на финансирование текущей и перспективной деятельности, доступных кредитных ресурсов, а также в целом - необходимой государственной поддержки не позволило большинству компаний осуществить масштабную модернизацию добывающей, перерабатывающей и логистической инфраструктуры, перехода на новые инновационные технологии и стандарты, обеспечивающие конкурентные преимущества по сравнению с зарубежными компаниями рыбной отрасли.

В результате такой социально-политической и экономической политики, российский вылов водных биоресурсов к 2007 году по сравнению с 1991 годом сократился в 2,2 раза, продукция аквакультуры в 3,5 раза, производство пищевой рыбной продукции — в 1,2 раза, что привело к тому, что среднедушевое потребление рыбных продуктов в России упало по сравнению с 80-ми годами прошлого века почти в 2 раза с 23,7 кг до 12,6 кг.

Таким образом, в рыбной отрасли накопилось много проблем: наряду с отсутствием целостной нормативно-правовой базы, браконьерством, моральной и физической изношенностью материально-технической базы (рыболовецкий флот, порты, перерабатывающее оборудование, холодильные мощности и в целом прибрежная инфраструктура), сырьевым экспортом, реэкспортом, растущим импортом, ростом цен, утратой позиций рыболовецкого флота в Мировом океане, преобладающей доли иностранного капитала в рыболовецкой отрасли, бюрократической процедуры сдачи уловов в порту, низким развитием аквакультуры, отсутствием в достаточной мере квалифицированных кадров и научно-исследовательских разработок, в целом недостаточное потребление рыбопродукции и морепродуктов россиянами.

Разработанные в тот период проекты нормативных правовых актов по развитию рыбохозяйственного комплекса постоянно дорабатывались и проходили множественные согласования в более чем 16—20 инстанциях. В результате принятие многих документов неоправданно затянулось. Тем не менее, в последнее время российская рыбная отрасль выходит из состояния стагнации. Внешний фон позитивен: увеличивается вылов, постепенно растет производство и потребление, качественно и количественно расширяется ассортимент и растет культура питания населения — переход к употреблению экологически чистой и переработанной рыбопродукции и морепродуктов.

## Лекция 1

### Современное состояние товарного рыбоводства и перспективы его развития

#### 1.1. История возникновения.

Кроме водных биологических ресурсов, воспроизводящихся естественным путем и добытых в естественной среде их обитания, все большее значение в мировом рыболовстве приобретают гидробионты, выращенные с участием человека. Такое направление рыбохозяйственной деятельности, связанное с разведением и выращиванием водных организмов в частично или полностью контролируемых человеком условиях, называют **аквакультурой**. Предметом аквакультуры (товарного рыбоводства) является технология производства рыбы, беспозвоночных и водорослей с использованием пресных и морских вод. Объектами культивирования могут быть рыбы, моллюски, ракообразные, иглокожие, водоросли, лягушки, крокодилы, черепахи и другие группы гидробионтов. Благоприятное антропогенное воздействие может присутствовать либо на некоторых этапах развития организмов, либо на протяжении всего их жизненного цикла.

Развитие аквакультуры, прежде всего разведение пресноводных рыб, насчитывает по меньшей мере 4 тыс. лет. Известно, что в Китае (3750 лет тому назад) создавались пруды для разведения рыбы, а несколько позже (1120 г. до н. э.) многие виды рыб выращивались для товарного использования. В 599 г. до н. э. китаец Фан Ли опубликовал первое известное нам пособие по разведению рыб, а 500-600 лет тому назад в этой стране в промышленных масштабах выращивали -порфиру, устриц, жемчужниц, кефаль и другие морские объекты. Несколько позже рыбоводство стало развиваться в Месопотамии, Древнем Египте, Риме, Греции и других странах. Ныне разведение пресноводных объектов превратилось в значимую ветвь рыбного хозяйства, обеспечивающую около 4 млн. т продукции.

На Руси рыбоводство начинало активно развиваться в XIV в. при многочисленных монастырях и боярских вотчинах. При Иване Грозном для наблюдения за царскими рыбоводными прудами был приставлен специальный человек, который вел записи о том, сколько и каких рыб лучше высаживать в какие пруды. Известно, что в 1630 г. была составлена первая карта местонахождения прудов Подмосковья, где были указаны не только пруды, но и виды рыб и рыбопродуктивность. Россия в XVII в. стояла на одном из первых мест по сооружению прудов и различных устройств, имевших отношение к рыбоводству. В начале XVIII в. один из сподвижников Петра I С.А. Крашенников впервые осуществил переселение морских рыб в пресные водоемы.

Одним из основоположников технологии отечественного рыбоводства считается А. Болотов (1738-1833). В своих публикациях он дал технологические и технические рекомендации, которые не потеряли своего значения для аквакультуры и в наши дни. Например, чтобы избежать фильтрации воды, он предлагал утрамбовывать дно прудов синей глиной; пруды рекомендовалось делать неглубокими для лучшего прогрева солнечными лучами; через каждые 6-9 лет воду нужно спускать на 2-3 года, засевая дно пшеницей, овсом или ячменем.

В конце XIX начале XX века в России товарное рыбоводство получило определенное развитие главным образом в западных областях. Прудовые хозяйства России этого периода давали значительную прибыль их владельцам, несмотря на довольно высокую стоимость строительства прудов. К началу XX века на территории России насчитывалось до 25 тыс. га преимущественно карповых рыбоводных прудов. Возрастал общественный интерес к рыбоводству. Темпы его восстановления и развития заметно возросли в конце

20-х годов XX века, когда на это было обращено серьезное внимание государственных органов. К середине 30-х годов прудовый фонд на территории СССР достигает 50 тыс. га (государственные и колхозные прудхозы), а объем производства прудовой рыбы достиг 8,5 тыс. т. Основным объектом тепловодного прудового рыбоводства этого периода является карп. В качестве добавочных рыб использовали линя, карася и некоторых других рыб. В холодноводном прудовом рыбоводстве выращивали ручьевую и американскую радужную форель, американскую палию и некоторых других рыб.

Во второй половине 30-х годов прошлого столетия в прудовом рыбоводстве начинают применять кормление рыбы, удобрение прудов, разрабатываются рыбоводные нормативы, в основу которых вкладывается двухлетний цикл выращивания рыбы. Для подготовки специалистов рыбного хозяйства в этот период создается сеть высших и средних специальных учебных заведений, а для проведения научных исследований в России в 1932 г. создается Всероссийский научно-исследовательский институт прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ). Разрушенный Великой Отечественной войной (1941-1945 гг.) прудовый фонд полностью восстановили к 1958 г, а довоенный уровень производства рыбы был превзойден в 1953 г. Период 1945-1961 гг. характеризуется началом стабильной и все возрастающей интенсификации рыбоводства. В этот период развития прудового рыбоводства основным объектом выращивания, по-прежнему оставался карп различных пород.

Начиная с 1961 г. в СССР происходит быстрое увеличение прудового фонда. С 50 тыс. га в 1960 г. площадь прудов к 1985 г. возросла до 230 тыс. га, а производство рыбы увеличилось с 14 тыс. т до 228 тыс. т. Такой быстрый рост производства рыбы был связан не только с увеличением прудового фонда, но и с появлением в 60-х годах поликультуры карпа с комплексом дальневосточных растительноядных рыб. В основном, это белый и пестрый толстолобик и белый амур, и окончательным переходом прудового рыбоводства к интенсивным методам выращивания карпов за счет кормления их комбикормами различных рецептур. Началом становления поликультуры карпа с растительноядными рыбами в промышленном прудовом рыбоводстве можно считать 1962-1963 гг., когда была впервые создана промышленная биотехника массового производства личинок и посадочного материала растительноядных рыб. С этого времени прудовое рыбоводство перешло в качественно новую стадию развития. Растительноядные рыбы резко увеличили рыбопродуктивность карповых прудов. В период реформирования товарного рыбоводства в России активно осуществлялся поиск новых форм, методов и технологических решений, которые могли бы повысить хозяйствам рентабельность и эффективность.

Реконструкция товарного рыбоводства, в целом, в том числе прудового рыбоводства, имеет положительное значение. Предприятия вынуждены ориентироваться на потребителя. Объем производства определяется спросом на рыбу. При небольшом спросе населения на дорогую рыбу дешевую выращивать становится выгодно. Основным критерием эффективности работы хозяйств стала прибыль, а наличие денежных средств у предприятия определяет уровень благосостояния его коллектива, что способствует изменению психологии его работников, как собственников имущества.

## **1.2. Основные направления и формы товарного рыбоводства**

Выращивание рыбы является подотраслью сельского и рыбного хозяйства, поэтому, как и в животноводстве, аквакультура по способу интенсификации кормления гидробионтов имеет два направления - пастбищное и откормочное.

Пастбищная аквакультура подразумевает выращивание рыбы и других гидробионтов без их специального кормления, т. е. на естественной кормовой базе. В свою очередь по

месту выращивания рыбы выделяют морскую пастбищную аквакультуру или марикультуру и пресноводную аквакультуру.

**Откормочная аквакультура** имеет место при производстве рыбы в садках, бассейнах или лотках, прудах и других водоемах, где рыба или беспозвоночные выращиваются при более плотных посадках, чем при пастбищной аквакультуре с применением кормления.

К основным направлениям аквакультуры относятся прудовая, индустриальная, пастбищная, озерная и марикультура.

**Прудовая аквакультура** в начале 90-х годов составляла в общем объеме всей выращиваемой рыбы в России около 80 %. В конце 80-х годов производство товарной рыбы в прудовых хозяйствах России достигало 260 тыс. т. Впоследствии наблюдался спад производства и в 2000 г. объем производства товарной рыбы составил 35-40 тыс. т, а в 2001 выращено 67,7 тыс. т.

Прудовой фонд России составляет 150 тыс. га, из которых в силу технических и экономических причин используется около 60 %, а значительная часть эксплуатируемого прудового фонда, требует капитального ремонта и реконструкции. В эксплуатации в Российской Федерации находится 76,3 тыс. га нагульных прудов. В ближайшем будущем прудовой фонд планируется увеличить до 125 тыс. га. Все прудовые площади позволяют увеличить производство по 400 тыс. т рыбы в год. **Индустриальная аквакультура** – предполагает использование в рыбоводных хозяйствах теплых вод из систем охлаждения энергетических и производственных предприятий. В настоящее время в России имеется около 50 промышленных рыбоводных ферм с общей площадью водной поверхности около 300 тыс. м<sup>2</sup>. Основным объектом выращивания пока остается карп, однако все большее внимание уделяется выращиванию более ценным в кулинарном отношении объектам - лососевым (форель), осетровым (стерлядь и ленский осетр) и другим, а также нерыбным объектам. **Пастбищная аквакультура** располагает значительными возможностями для своего развития. В России имеется около 20 млн. га озер, 4,5 млн. га водохранилищ, 1 млн. га водоемов комплексного назначения и 0,45 млн. км рек. Не все водоемы пригодны для ведения пастбищного рыбоводства, однако, его возможности очень велики. Использование в пастбищной аквакультуре даже половины от приведенного общего водного фонда, при вылове 80 кг/га, выход продукции из пастбищных водоемов может превысить 1 млн. т. Главным препятствием быстрого развития пастбищного рыбоводства является недостаток посадочного материала. Кроме того, необходима соответствующая нормативно-правовая и законодательная база. Основными объектами пастбищной аквакультуры для водоемов южных и умеренных зон рыбоводства являются растительноядные рыбы, а в более северных регионах - лососевые и сиговые. **Озерная аквакультура** - озерные товарные рыбоводные хозяйства от пастбищных хозяйств отличаются тем, что здесь наряду с подбором поликультуры рыб применяются и элементы интенсификации выращивания рыб - удобрение и мелиорация водоемов и даже подкормка (или кормление) рыбы. В настоящее время озерные хозяйства успешно развиваются в Сибири, хорошие перспективы имеются на северо-западе Европейской территории страны. В озерных хозяйствах в основном выращивают холодолюбивых рыб: сиговых, пелядь, лососевых.

Производство товарной рыбы в озерных хозяйствах составляет около 4,6 тыс. т в год. **Марикультура** – одно из перспективных направлений аквакультуры. Из 12 млн. т рыбы, беспозвоночных и водорослей, производимых ежегодно в марихозяйствах мира, на долю России приходится менее 0,1 %. В настоящее время водный биопотенциал российской марикультуры используется примерно на 37 %. В

марикультуре основу производства составляют лососевые, особенно радужная форель, атлантические лососи (кумжа, семга), тихоокеанские лососи (нерка, кижуч, кета). На Российском Дальнем Востоке в основном занимаются разведением водорослей (преимущественно ламинарии) и двустворчатых моллюсков (преимущественно мидий и гребешка). Среднегодовое их производство достигает соответственно 5000, 200 и 150 т. Марикультура рыб подразумевает применение высокоэффективных технологий производства молоди морских рыб в индустриальных условиях и дальнейшее ее использование в качестве посадочного материала для получения товарной продукции различными методами. **Основные методы выращивания**, применяемые в морской аквакультуре - это: искусственное воспроизводство, пастбищное выращивание и индустриальное производство морских рыб. *Искусственное воспроизводство морских рыб*, применяют для увеличения численности естественных популяций. Это особенно важно для сохранения численности и восстановления популяции ценных видов морских рыб, например, таких, как черноморская камбала-калкан, кефаль-лобан и сингиль. Технология разведения этих видов рыб прошла апробацию в опытных условиях, а для ее реализации необходимо создание специальных питомников. *Пастбищное выращивание морских рыб* основывается на выращивании товарной рыбы за счет зарыбления подращенной молодью. *Индустриальное производство морских рыб* предполагает выращивание товарной рыбы в проточных бассейнах с интенсивным кормлением. Развитие этого метода ограничивают только затраты на строительство рыбоводных хозяйств и питомников по производству посадочного материала и наличие воды необходимого качества. Помимо марикультуры рыб, морская аквакультура предполагает культивирование моллюсков и водорослей, основанное на использовании естественной биологической продуктивности морских водоемов с применением сравнительно дешевых и простых технических устройств. Основными объектами культивирования являются мидии, устрицы, гребешок, ламинария, анфельция. Эти объекты обладают высокой биологической ценностью.

### **1.3. Состояние и перспективы развития товарного рыбоводства**

Современная аквакультура дает 1/3 общемировых объемов пищевой рыбопродукции. Это наиболее динамично развивающееся направление производства продуктов питания в мире. Вылов свободноживущих гидробионтов остается почти неизменным, начиная примерно с середины 80-х - начала 90-х годов XX века. При этом за те же последние 15-20 лет ежегодный прирост искусственно выращенных гидробионтов составлял 7-10%. Поскольку объемы добычи водных организмов естественного происхождения остаются неизменными, то с каждым годом все более значимой становится роль аквакультуры в мировом рыболовстве. Возможности увеличения вылова традиционных промысловых объектов полностью исчерпаны. Поэтому уже сейчас можно с большой долей вероятности предполагать, что в ближайшей перспективе валовые показатели мирового рыболовства полностью попадут в зависимость от тенденций, складывающихся в развитии товарного выращивания. При сохранении существующих темпов развития к 2030 г., более половины добытых водных биоресурсов будут искусственного происхождения. Наибольших успехов в аквакультуре достиг Китай, значительно опередивший все остальные страны. По некоторым оценкам, каждый год там увеличивают объемы товарной продукции на величину, в 1,3 раза превышающую общий объем рыбодобычи в нашей стране. В целом на долю этого государства приходится более 70% общего мирового производства искусственно выращенных водных организмов. Китай - единственная страна в первой десятке наиболее развитых

рыболовных держав, где доля аквакультуры выше, чем вылов гидробионтов естественного происхождения. Россия не входила ранее и не входит теперь в число мировых лидеров в области товарного выращивания гидробионтов. В общих объемах культивируемых гидробионтов 51% составляют рыбы, 27% - водные растения, 17% - моллюски и 4% - ракообразные. Среди рыб существенно преобладают карповые. В настоящее время более 60% мировой добычи пресноводных рыб получают, благодаря аквакультуре. Наиболее привлекательными для выращивания в мировой аквакультуре являются: белый амур (3430 тыс. т), белый толстолобик (3395 тыс. т), карп (2516 тыс. т), пестрый толстолобик (1614 тыс. т), караси (1376 тыс. т). На первом месте Азиатский континент, где выращивается более половины всей аквакультуры в мире. Здесь доминируют индийские карповые (катля, роху, мригель), тилапии и толстолобики. На втором месте - Европа. Больше всего выращивается карпа, радужной форели, сомов и угрей. На третьем месте - Африка. Из более чем 25 видов рыб доминируют тилапии, африканский сом и карп. В Северной Америке больше всего производят канального сома, радужной форели, гольца и полосатого окуня, а в Латинской Америке - карпа, тилапий, колосому и лососей.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Предмет, методы и задачи товарного рыбоводства.
- 2) История возникновения товарного рыбоводства как науки.
- 3) Основные направления товарного рыбоводства, перспективы развития и основные объекты разведения.

#### **Список литературы**

##### *Основная*

1. **Антипова, Л. В.** Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А. Василенко, М. М. Данылиев - Лань, 2013 г. - 420 с.
2. **Власов, В.А.** Рыбоводство/ В.А. Власов – Лань, 2010. - 368с.
3. **Грищенко, Л.А.** Болезни рыб с основами рыбоводства/ Л.А.Грищенко, М.Р. Акбаев – КолосС – 2013 г – 480 с.
4. **Морузи, И.В.** Рыбоводство/ И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев - КолосС, 2010 г.-300 с.
5. **Привезенцев, Ю.А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов- Мир, 2010 г.- 456 с.

##### *Дополнительная*

1. **Гримм, А.О.** Рыбоводство/ А.О. Грим – Книга по требованию, 2012 г.- 262с.
2. **Кох, В.С.** Рыбоводство/ В.С. Кох – Книга по требованию, 2012 г. – 218 с.
3. **Задорожная, Л.А.** Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы/ Л.А. Задорожная - Издательство: АСТ, Полиграфиздат, 2011 г.- 320 с.
4. **Привезенцев, Ю. А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов – Мир, 2007 г -.456 с.

## Лекция 2

### Методы интенсификации в товарном рыбоводстве.

#### 2.1. Методы комплексной интенсификации в рыбоводных хозяйствах.

Для обеспечения успешной работы рыбоводного хозяйства необходимы: правильное устройство хозяйства; тщательная подготовка рыбоводных прудов и хороший уход за ними и выращиваемой рыбой; хорошее качество воды и ее достаточное количество; надлежащее устройство и содержание гидротехнических сооружений, обеспечивающих своевременное заполнение прудов водой и их спуск с целью вылова рыбы; соблюдение санитарно-гигиенических правил при разведении и выращивании рыбы. Мы уже рассмотрели и основные мероприятия, позволяющие значительно увеличить выход рыбы с единицы водной площади и тем самым повысить рентабельность хозяйства. К ним относятся: мелиорация рыбоводных прудов; поликультура; смешанная посадка; кормление рыбы; выращивание живых кормов; удобрение рыбоводных прудов. Однако каждое из этих, мероприятий в отдельности не обеспечивает использования всех потенциальных возможностей водоема в смысле получения из него максимального количества рыбы, хотя и является значительным шагом вперед по сравнению с так называемой экстенсивной формой хозяйства. Это возможно лишь при одновременном осуществлении полного комплекса или в крайнем случае, большей части этих мероприятий. Если применение в практике разведения и выращивания рыбы в прудах какого-либо одного из интенсификационных мероприятий, скажем кормления рыбы, удобрения прудов, смешанной посадки и т. д., можно назвать частичной интенсификацией, то использование их в комплексе (одновременно) и будет называться комплексной интенсификацией. Иначе говоря, под комплексной интенсификацией следует понимать одновременное воздействие на водоем и выращиваемую в нем рыбу всеми или многими известными способами повышения рыбопродуктивности в данных конкретных условиях. В товарном рыбоводстве метод комплексной интенсификации получил достаточно широкое развитие лишь в последние годы. При проведении комплексной интенсификации необходимо, чтобы пруды были обязательно полностью спускными с постоянным притоком свежей воды (для поддержания хорошего газового режима), свободными от сорной и хищной рыбы, хорошо мелиорированными. Ни в коем случае нельзя допускать сброса в пруды сточных вод или других загрязнений. Рыбопосадочный материал должен быть здоровым, хорошего качества. Перед посадкой в пруды весь рыбопосадочный материал следует пропускать через профилактические анти паразитарные ванны. Посадку в пруды осуществляют возможно раньше, сразу же после пропуска весеннего паводка. Для повышения естественной рыбопродуктивности прудов вносят органические и минеральные удобрения. Это делают сообразуясь с количеством и качеством воды, характером грунтом ложа пруда и водосборной площади. Если в прудах интенсивно развивается водная растительность» ее выкашивают не менее трех раз за сезон, разрежая с таким расчетом, чтобы заросли занимали не более 10—15% всей водной площади. Скошенную водную растительность используют в качестве удобрения. В этих случаях другие виды органических удобрений (навоз, компосты и пр.) не вносят, ограничиваясь одними минеральными. Плотность посадки рыбы в пруды рассчитывают исходя из естественной рыбопродуктивности и ее повышения за счет интенсификационных мероприятий. Посадку добавочных рыб и смешанную посадку рассчитывают сообразуясь с характером их питания и нормативами.

#### 2.2. Кормление рыбы

Кормление рыбы при относительно небольших плотностях посадки (до трехкратной включительно) производят 1—2 раза в сутки, а при более плотных посадках — 3—4 раза в сутки. Состав кормовых смесей, их подготовка и способы внесения в пруды такие же, как описаны выше. После спуска прудов и вылова из них рыбы ложе прудов в целях дезинфекции сразу же обрабатывают негашеной известью из расчета 15—25 ц/га. На протяжении вегетационного периода систематически (один раз в 10—15 дней) проводят контрольные ловы для проверки темпа роста рыбы, берут пробы воды и грунта для установления количества планктонных и бентосных пищевых организмов, производят гидрохимические анализы. Все это обеспечивает возможность своевременного принятия соответствующих мер в случаях обнаружения неблагоприятных условий для выращиваемой рыбы, о чем уже говорилось ранее. Метод комплексной интенсификации при правильном его применении обеспечивает получение 20—30 ц рыбы и более с 1 га прудовой площади.

К разработке полноценного кормления рыб в настоящее время приковано самое пристальное внимание ученых многих стран с развивающейся аквакультурой, в том числе и нашей страны. Рецептура кормов для рыб разных видов и возраста постоянно обновляется, в их состав вводятся новые компоненты и кормовые добавки, отражающие новейшие данные по изучению физиологии и обмена веществ у гидробионтов. Ниже кратко остановимся на современных представлениях о пищевых потребностях рыб, основанных на результатах отечественных и зарубежных исследований. Многочисленные попытки применять в рыбоводстве корма, предназначенные для сельскохозяйственных животных и птиц, всегда терпели и терпят неудачу. Водная среда обитания и низкая организация определяют характерные особенности потребностей рыб в питательных веществах в отличие от наземных позвоночных животных. Чем питаются рыбы в природе? Рацион подавляющего большинства рыб состоит преимущественно из животной пищи. Это, в основном, водные беспозвоночные (низшие ракообразные, черви, личинки насекомых, моллюски), а также мелкая рыба. Сухое вещество этих организмов на 50-70% состоит из белка при незначительном содержании углеводов. В качестве основной энергии рыбы используют белки и жиры пищи. При этом, будучи холоднокровными животными, они не нуждаются в расходовании энергии для поддержания постоянно высокой температуры тела. Отсюда затраты корма на прирост у рыб ниже, чем у сельскохозяйственных животных и птиц. При соблюдении всех условий содержания и норм кормления 1 кг сухого полноценного корма может давать 1 кг прироста живой массы рыбы. Но интенсивный рост и низкий расход корма возможны только при наличии достаточного количества полноценного по аминокислотному составу белка — около половины рациона — 40-50%, а на ранних этапах в периоды интенсивного роста — 55-60%. Высокий уровень протеина — основная особенность полноценного питания рыб. При этом потребность в белке снижается с возрастом и с понижением температуры воды. Основным источником полноценного белка в кормах рыб служит рыбная мука. Хорошим ее заменителем являются высокобелковые продукты микробного синтеза — паприн, гапирин, эприн, выпуск которых, к сожалению, прекращен. Дополнительным источником протеина в кормах рыб могут быть мясная мука, гидролизные дрожжи, растительные компоненты с высоким содержанием белка — шроты, соевые продукты и др. В кормах для ранней молоди используется сухое молоко, сухой яичный белок и др. Углеводы пищи не имеют той значимости для рыб, какую они имеют для теплокровных животных. Рыбы не приспособлены для переваривания и утилизации большого количества углеводов. Избыток их пагубно сказывается на здоровье рыб. Особенно чувствительны к нему холодолюбивые рыбы (оптимальная

температура воды 14-16°C), например, лососевые, сиговые. Избыток растительной пищи, богатой углеводами, вызывает переполнение печени гликогеном и твердыми насыщенными жирами. При этом размер печени может увеличиваться в 1,5-2 раза и более. Этот процесс усугубляется с понижением температуры воды. Первоначально уровень углеводов в кормах рыб ограничивали 25%, но с появлением новой технологии — экструдирования, при которой переваримость растительных компонентов существенно повышается, норма введения углеводов была пересмотрена. Теперь она составляет для холодолюбивых рыб не более 15-16%. Теплолюбивые (карпы, тиляпия и др.) в условиях высокой температуры воды (25-30°C) способны метаболизировать и более высокое количество углеводов, попадающее с пищей. Жиры рыб, как и других водных животных, имеют свои особенности. Они отличаются большим содержанием высоконенасыщенных жирных кислот типа линоленовой (омега 3), которые придают текучесть рыбьему жиру и должны поступать с пищей. Растительные жиры, часто вводимые в состав кормов рыб, богаты другой ненасыщенной жирной кислотой — линолевой (омега 6). Основным источником омега 3 кислот в составе кормов для рыб служит рыбий жир. Полная замена его на растительные масла приводит к дисбалансу жирнокислотного состава в организме рыб, к снижению их роста и жизнестойкости к заболеваниям и повышенной смертности. В связи с дефицитом рыбьего жира отрабатываются возможные пределы его замены на растительные жиры без нарушений физиологического статуса рыб. Общее количество липидов в кормах колеблется в широких пределах. В последние годы появилась тенденция значительного увеличения жира в составе рыбных кормов с целью снижения расхода белка в энергетическом обмене и сохранения его для роста. Количество жира в современных кормах достигает иногда 30 и более процентов, что при высоком содержании белка существенно повышает скорость роста рыб, увеличивает переваримость питательных веществ, снижает загрязнение воды экскрементами и уменьшает затраты корма на единицу прироста. Такие концентрированные корма требуют особого внимания к условиям хранения и нормам раздачи. В природе рыбы получают с естественной пищей большое количество специфического каротиноида водных организмов — астаксантина. Именно астаксантин придает ярко-розовую окраску мышцам и икре лососевых — форели, лосося, кеты, горбуши, нерки и др. Он не синтезируется в организме рыб, практически не встречается в продуктах наземного происхождения и должен поступать с пищей в качестве незаменимого фактора питания. Астаксантином богаты водные беспозвоночные, являющиеся пищей рыб, особенно, ракообразные. Попытки включения в состав кормов форели вытяжки  $\beta$ -каротина из моркови не привели к изменению окраски тканей. После 8-месячного кормления сохранился бледный цвет мышц, икры, покровов. Форель, также как и другие лососевые, не усваивает  $\beta$ -каротины пищи. Астаксантин выполняет не только пигментирующую роль. Также как  $\beta$ -каротин наземных позвоночных, он является провитамином А и сильным антиоксидантом у водных животных. Подобные же функции выполняет и другой, менее распространенный среди гидробионтов каротиноид кантаксантин. Из нескольких сот найденных в природе каротиноидов только астаксантин и кантаксантин окрашивают ткани лососевых рыб в розовый цвет. В искусственные корма их вводят чаще всего в виде препаратов Керофилл Пинк (содержит астаксантин) и Керофилл Ред (содержит кантаксантин). Доза включения — из расчета 40-50 мг свободного каротиноида в 1 кг корма. Препараты выпускает известная швейцарская фирма Hoffman-La Roche. У нас эти каротиноиды в промышленных масштабах не производятся. Витаминное питание рыб также отличается своими характерными особенностями. Если у теплокровных животных, особенно у

жвачных, значительная часть витаминов, в том числе группы В, обеспечивается за счет кишечной микрофлоры, то у рыб низкая температура обитания и короткий пищеварительный тракт не способствуют развитию большого количества микроорганизмов.

Потребность в витаминах при выращивании рыб обеспечивается обычно путем введения в корма премиксов, включающих 14-15 витаминов. Разработке витаминных премиксов для рыб разных видов и возраста уделяется много внимания. При этом учитывается возможность их разрушения в процессе изготовления кормов, их транспортировки и хранения, особенно под влиянием продуктов перекисного окисления липидов, присутствия в составе кормов металлов с переменной валентностью (железо, медь), при воздействии высокой температуры, освещенности, влажности и др. факторов. Соотношение витаминов в премиксах, их нормы введения постоянно корректируются, уточняются характерные для рыб признаки авитаминозов.

Большие проблемы возникали долгое время в форелевых хозяйствах из-за окисления липидов в кормах и быстрого разрушения витаминов. Особенно низкой устойчивостью отличается аскорбиновая кислота, являющаяся природным антиоксидантом. Уже через 1,5-2 месяца хранения кормов в них остается не более 20-30% этого витамина, что в дальнейшем приводит к истощению антиоксидантной системы форели, резкому падению гемоглобина в крови, жировой дегенерации печени и вызывает в последующем массовую гибель рыбы. Включение в состав кормов подсолнечных фосфатидов, обладающих антиоксидантными свойствами, а также своевременное опрыскивание гранулированных кормов свежим раствором витамина С предотвращало развитие патологических процессов и восстанавливало нормальное состояние. На Западе эту проблему удалось решить путем использования в составе кормов стабилизированной формы аскорбиновой кислоты с многократно увеличенным сроком хранения.

Среди разводимых рыб наиболее чувствительны к дефициту витамина С лососевые, сиговые, осетровые. Установлено, что они, также как и многие другие рыбы, не способны синтезировать аскорбиновую кислоту, поэтому присутствие ее в пище обязательно.

В отличие от вышеперечисленных, в организме карпов аскорбиновая кислота образуется в достаточном количестве, и эти рыбы обладают большей выносливостью при потреблении длительно хранящихся кормов.

Особенность минерального питания рыб состоит в том, что они получают макро- и микроэлементы не только с пищей, но и непосредственно из воды. Установлена их способность извлекать из воды кальций, магний, натрий, калий, железо, цинк, медь, марганец, селен, йод, кобальт. Растворенные минеральные элементы, попадая через жабры в кровяное русло, обычно усваиваются эффективнее, чем поступающие с пищей, так как последние должны еще преодолеть пищеварительный барьер. Как показали эксперименты, потребность в кальции у карпа практически полностью удовлетворяется из воды, если его концентрация в воде составляет 40-80 мг в 1 л и выше, то есть — при обычном содержании этого элемента в природных водах средней и южной полосы России. С другой стороны, фосфор, концентрация которого в природных водах минимальна (обычно исчисляется в сотых долях мг/л), должен поступать с пищей в достаточном количестве. Расчет фосфора в корме для рыб затруднен из-за низкой усвояемости его из кормовых компонентов. В рыбной и мясокостной муке он входит в состав нерастворимых гидроксиапатитов, в растительных ингредиентах он содержится в составе труднопереваримых солей фитиновой кислоты — фитатов. Особенно низкой

усвояемостью фосфора отличаются карповые рыбы, у которых отсутствует желудок и, следовательно, нет кислого пепсинового переваривания. Переваримость фосфора из искусственных кормов у рыб, по данным разных авторов, колеблется в очень широких пределах, в среднем составляя 15-20% от его валового содержания. Для увеличения доступного фосфора в состав кормов вводят растворимые моно- и дифосфаты, усвояемость фосфора из которых достаточно высока — 80-100%. Нерастворимые трифосфаты не эффективны в кормлении рыб. Из микроэлементов крайне низкой концентрацией в природных пресных водах отличаются йод, кобальт, селен. Поэтому особенно важно контролировать их присутствие в корме. С другой стороны, ряд биогенных тяжелых металлов — железо, магний, цинк, марганец, находятся часто в избытке из-за антропогенного загрязнения водоемов. Это обычно не учитывается при расчете минеральных веществ в кормах. Очевидно, что к составлению минеральных премиксов необходим дифференцированный подход, учитывающий содержание элементов в воде, поступающей в рыбоводные хозяйства. Отметим, что минеральное питание рыб еще слабо разработано, особенно это касается интенсивности усвоения элементов из корма и из воды у молоди.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1). Основные методы интенсификации в товарном рыбоводстве.
- 2). Методы разработки полноценного кормления рыб.
- 3). Состав кормовых смесей.

### **Список литературы**

#### *Основная*

1. **Антипова, Л. В.** Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А, Василенко, М. М. Данылиев - Лань , 2013 г. - 420 с.
2. **Власов, В.А.** Рыбоводство/ В.А. Власов – Лань, 2010. - 368с.
3. **Грищенко, Л.А.** Болезни рыб с основами рыбоводства/ Л.А.Грищенко, М.Р. Акбаев – КолосС – 2013 г – 480 с.
4. **Морузи, И.В.** Рыбоводство/ И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев - КолосС , 2010 г.-300 с.
5. **Привезенцев, Ю.А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов- Мир, 2010 г.- 456 с.

#### *Дополнительная*

6. **Гримм, А.О.** Рыбоводство/ А.О. Грим – Книга по требованию, 2012 г.- 262с.
7. **Кох, В.С.** Рыбоводство/ В.С. Кох – Книга по требованию, 2012 г. – 218 с.
8. **Задорожная, Л.А.** Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы/ Л.А. Задорожная - Издательство: АСТ, Полиграфиздат, 2011 г.- 320 с.
9. **Привезенцев, Ю. А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов – Мир, 2007 г -456 с.

## Лекция 3

### Холодноводное форелевое товарное рыбоводство

#### 3.1. Основные объекты разведения и товарного выращивания, их биологические особенности

Форелевое хозяйство может быть полносистемным и неполносистемным. Полносистемное хозяйство 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.

Неполносистемное хозяйство может быть представлено воспроизводственным комплексом, питомником или нагульным хозяйством.

В воспроизводственном комплексе основной продукцией может быть развивающаяся икра на стадии дробления бластодиска или пигментации глаз, подрошенная молодь форели, а также посадочный материал. От вида конечной продукции зависит соотношение категорий прудов, предназначенных для содержания и выращивания ремонтно-маточного стада, посадочного материала, мощность инкубационного цеха. В состав воспроизводственного комплекса должны входить большие пруды для содержания и выращивания ремонтно-маточного стада, мощный инкубационный цех, много емкостей для подращивания молоди, которые необходимы для проведения селекционно-племенной работы.

В питомнике инкубируют икру, привезенную из другого хозяйства или полученную от собственных производителей. Здесь для выращивания посадочного материала используют выростные пруды, а также бассейны и сетчатые садки. Ремонтно-маточное стадо форели содержат в прудах и выращивают на гранулированных комбикормах. В воспроизводственном комплексе и питомнике отсутствуют нагульные пруды.

Нагульное хозяйство располагает нагульными прудами, необходимым вспомогательным оборудованием, складскими и жилыми помещениями. Посадочный материал (сеголетков или годовиков, двухгодовиков) приобретают в рыбопитомниках.

Мощность форелевых хозяйств определяется производственной целью, а также количеством воды требуемого качества в источниках водоснабжения. Увеличения количества выращиваемой форели на единицу воды в единицу времени можно достичь при оборотном водоиспользовании, при котором вода проходит через систему очистки и обогащается кислородом. В таком случае необходима принудительная аэрация и оксигенация воды, ее очистка от органических и механических веществ.

Для безаварийной работы хозяйства эффективны самотечная система водоснабжения и независимое водоснабжение всех категорий прудов.

Оборотное водоснабжение позволяет использовать для строительства форелевых хозяйств источники малой мощности, оптимизировать некоторые параметры среды, уменьшить загрязненность водоемов путем очистки воды. При оборотном водоиспользовании самотечное водоснабжение частично или полностью заменяется механическим при помощи насосов или эрлифтов.

#### 2.2. Основные объекты форелеводства

Основные объекты форелеводства - радужная форель, форель камлоопс, стальноголовый лосось, форель Дональдсона и др. Радужная форель и стальноголовый лосось являются наиболее популярными и широко распространенными объектами полноциклического культивирования.

**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. На спине, по бокам, на хвостовом стебле и плавнике имеется много черных точек. В естественных водоемах радужная форель обитает при температуре 3-21 °С. Нижняя летальная граница температуры 0°С, верхняя 23-27°С. 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 °С, средняя плодовитость самок 3-4 тыс. икринок. Эмбрионально-личиночное развитие проходит наиболее благоприятно при температуре 5-13 °С. Температурный оптимум радужной форели 14-18 °С, при температуре воды ниже 4°С и выше 20 °С интенсивность питания резко ослабевает. В зимний период форель активно питается и при температуре воды ниже 4 °С. 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 содержании физиологические функции замедляются, особенно питание и рост. Летальная концентрация кислорода 1,5-2,5 мг/л.

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.

**Стальноголовый лосось** ведет жизнь, типичную для лососевых рыб: взрослая рыба живет в низовьях рек и в море и достигает при этом в длину 40-80 см, ко времени нереста она поднимается в небольшие притоки и верхние участки рек. Молодь остается в верховьях рек до 2-4 лет.

Морфологические отличия стальноголового лосося от радужной форели существенны. У стальноголового лосося больше жаберных лучей, короче грудные, брюшные и хвостовые плавники, короче и ниже голова, более сжатое с боков тело. Окраска спины имеет металлический темно-голубой отлив, благодаря которому рыба и получила свое название, бока серебристые, на теле пятна, радужная полоса видна только в период половой зрелости.

В естественных условиях встречаются взрослые особи длиной 40-80 см, массой 1,3-5,4 кг. Половое созревание наступает на 3-4-м году жизни. В северной части ареала (Аляска и Северная Канада) стальноголовый лосось нерестится ранней весной, в южной части (Калифорния) — осенью (в ноябре — декабре). Продолжительность жизни составляет 12-15 лет. В течение жизни стальноголовый лосось нерестится до 5 раз. Плодовитость колеблется от 200 до 9000 икринок в зависимости от размера самки. В естественных условиях нерест проходит при температуре 0,3-12,8 °С. После нереста выживает 51-75 % производителей. Икра при температуре 2,5-17,5 °С развивается 5-17 сут. Низкая температура воды (0,5-2,5 °С) приводит к гибели 95 % икры, тогда как при 5-13 °С отход не превышает 15 %.

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

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 °С 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.

Созревания ооцитов при температуре воды ниже 3 °С не происходит. 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 °С отмечаются значительная гибель эмбрионов и плохой темп роста. Сеголетки хорошо растут в зимний период при температуре воды выше 3 °С. Оптимальная температура воды 13 °С, летальная 24 °С. 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. Икру форели камлоопс в количестве 2,5 млн шт. доставили в Россию из Германии в 1982 г. Срок 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 °С.

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 породе, 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 °С. При 4-5 °С 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 (до 360 градусодней). 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 т товарной продукции. Для сохранения хозяйственно полезных качеств этой форели необходимо вести селекционно-племенную работу, совершенствовать технологию ее содержания и выращивания.

**Калифорнийская золотая форель** в Россию завезена в 1996 г. Она отличается от всех радужных форелей яркой золотистой окраской, которая существенно зависит от места обитания. На первом году жизни преобладают серебристо-серые и лимонно-золотистые тона.

Вдоль всего тела располагаются 8-14 коричневато-серых поперечных пятен. На спинной части 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. Золотая форель легко скрещивается в природе, образуя жизнестойкие гибриды с радужной форелью и лососем Кларка. Гибриды приобретают в основном светло-золотистую окраску и обладают мощным гетерозисом.

Родственные формы калифорнийской золотой форели — лосось (форель) Кларка и радужная форель. Калифорнийская золотая форель — эндемик верхнего бассейна р. Керн, рек, 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. Калифорнийская золотая форель — холодолюбивая рыба альпийских рек и озер, адаптированная к низким температурам воды, высокому содержанию растворенного кислорода. Предпочитает затененные места. Оптимальная температура воды при искусственном выращивании 14-16 °С. Может обитать при температуре 1-25 °С. Нерест калифорнийской золотой форели в коренных местах обитания зависит от высоты местности над уровнем моря, суровости зимнего периода и температуры водоисточника. В зависимости от гидрологического режима водоема она нерестится в марте — августе. Нерест начинается при 1,1 °С, но основной проходит при 7,3 °С. Максимальная нерестовая активность наблюдается в яркие солнечные дни при температуре воды 16-18 °С. 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. Самка строит небольшое гнездо и после откладывания икры засыпает его гравием. Соотношение самцов и самок 1:5. Всегда наблюдается преобладание самцов и их соперничество. Икра откладывается обычно при температуре воды 15 °С и может продолжаться даже при 21 °С.

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 озерной рыбы достигала 4,95 кг при длине 71 см. В промышленных 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 промышленных условиях она активно потребляет тестообразные и гранулированные корма.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Типы форелевых хозяйств.
- 2) Основные объекты форелеводства, методы их выращивания и биологические особенности.

## Список литературы

### *Основная*

1. **Антипова, Л. В.** Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А, Василенко, М. М. Данылиев - Лань , 2013 г. - 420 с.
2. **Власов, В.А.** Рыбоводство/ В.А. Власов – Лань, 2010. - 368с.
3. **Грищенко, Л.А.** Болезни рыб с основами рыбоводства/ Л.А.Грищенко, М.Р. Акбаев – КолосС – 2013 г – 480 с.
4. **Морузи, И.В.** Рыбоводство/ И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев - КолосС , 2010 г.-300 с.
5. **Привезенцев, Ю.А.**Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов- Мир, 2010 г.- 456 с.

### *Дополнительная*

- 1.**Гримм, А.О.** Рыбоводство/ А.О. Грим – Книга по требованию, 2012 г.- 262с.
2. **Кох, В.С.** Рыбоводство/ В.С. Кох – Книга по требованию, 2012 г. – 218 с.
3. **Задорожная, Л.А.** Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы/ Л.А. Задорожная - Издательство: АСТ, Полиграфиздат, 2011 г.- 320 с.
4. **Привезенцев, Ю. А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов – Мир, 2007 г -.456 с.

## Лекция 4

### Основы индустриального рыбоводства

#### **4.1. Понятие индустриального рыбоводства, его место в системе рыбного хозяйства, его формы и перспективы развития.**

К основным направлениям аквакультуры относятся пастбищная, прудовая, индустриальная, озерная и марикультура. **Индустриальное рыбоводство** – новое направление рыбного хозяйства, которое имеет широкие перспективы развития. Технология индустриального рыбоводства основывается на выращивании рыбы при высокой плотности посадки путем создания благоприятных условий

ультимативирования, кормления полноценными кормами, механизации и автоматизации всех производственных процессов и получении товарной продукции в течение круглого года.

Индустриальное рыбоводство – это разведение и выращивание рыбы в небольших рыбоводных емкостях (бассейнах, садках, установках оборотного водоснабжения, системах замкнутого водоиспользования) с применением пресной и морской воды, отличающиеся высокой интенсивностью и производительностью. Индустриальное рыбоводство состоит из садковых и бассейновых хозяйств, систем с оборотным водообеспечением (СОВ) и установок с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ).

*Садковые хозяйства* имеют ряд преимуществ перед прудовыми, а именно:

1. Для их создания не требуется длительного времени и больших начальных капитальных вложений.
2. Садки просты по конструкции и изготавливаются из широко применяемых в рыбной промышленности сетематериалов.
3. Постройка и установка садков осуществляется без применения сложных, дорогостоящих агрегатов.
4. Садковые хозяйства не занимают значительных земельных площадей.
5. Не используется первично пресная вода, которая становится в ряде районов все более дефицитной.

**Садок**, как рыбоводная емкость индустриального рыбоводства представляет собой устройство, напоминающее клетку и состоящее из деревянного или металлического каркаса, обтянутого металлической или синтетической сеткой. Садки имеют площадь 1 до 50 м<sup>2</sup>. Их форма квадратная, прямоугольная, вытянутая или круглая со сторонами преимущественно от 1 х 1 м до 5 х 10 м глубиной 1-3 м.

Каркас садков состоит из деревянных и металлических реек или пластмассовых и металлических труб разнообразных конструкций. Помимо синтетической и металлической сетки для изготовления садков используют также деревянные, пластмассовые или металлические рейки, прутья, тонкие трубы, образующие стены и пол с промежутками для циркуляции воды, но не позволяющими рыбе уходить из садка. Нередко садки изготавливают в виде мягких конструкций без вертикального каркаса только с одной верхней рамой, а форма садка обеспечивается за счет оттяжек по нижним углам садка, укрепленных на дне сваями или якорями.

При установке в водоем верх садка закрывают сеткой. Положительная плавучесть садков обеспечивается за счет поплавков из пористого синтетического материала или полых герметизированных емкостей в виде бочек и труб. При стабильном уровне водоема садки иногда устанавливают на сваях, вбитых в дно.

Садковые рыбоводные предприятия обычно состоят из береговой базы и системы сетчатых садков. Используют 2 типа садков - **стационарные и передвижные**. Каждый из этих типов имеет свои преимущества и недостатки: - стационарные садки могут быть оборудованы настилом для обслуживания, подъездными путями, механическими кормораздатчиками; - подвижные садки могут перемещаться по водоему для выбора более удобного места, чистой и теплой воды.

Однако, обслуживание плавучих подвижных садков требует применения плавсредств, что сопряжено с определенными профессиональными ограничениями. Для удобства обслуживания стационарные садки формируют в виде садковых линий, расположенных перпендикулярно к берегу. Между двумя

линиями садков делают настил для подхода и подъезда к садкам. Садки с настилом удерживаются на воде с помощью разнообразных плавучих средств - понтонов, металлических и пластмассовых бочек, труб, пенопластовых поплавков.

Садки устанавливают в местах с течением воды до 0,3 м/с, между дном садка и дном водоема должно быть не менее 0,5 м, на расстоянии 50 м от садков не должно быть высокой водной растительности. Качество воды в водоемах должно соответствовать принятому ОСТу для рыбоводных предприятий.

**Бассейн** как основная рыбоводная емкость индустриального рыбоводства представляет собой устройство площадью от 1 до 50 м<sup>2</sup> прямоугольной, вытянутой, квадратной или круглой формы со сторонами от 1\*1 м до 5\*10 м, глубиной от 0,5 до 1,2 м. Используются также круглые бассейны-силосы диаметром 2-4 м и глубиной 3-6 м. Прямоугольные вытянутые рыбоводные бассейны имеют прямой ток воды, обеспеченный подачей ее вначале бассейна и стоком в противоположном конце по длине бассейна. В квадратные, круглые бассейны и бассейны-силосы вода поступает на любом участке, но сток ее осуществляется непременно в центре бассейна, поэтому вода приобретает круговое вращение. В проточных бассейнах сток воды отделен вертикальной сетчатой перегородкой или вертикальным двустенным патрубком и цилиндрическим сетчатым ограждением для предупреждения ухода выращиваемых рыб. В квадратных, круглых бассейнах и бассейнах-силосах водосливное отверстие находится в центре и закрывается сетчатой крышкой. Рыбоводные бассейны могут быть изготовлены из бетона, металла, пластмассы и дерева. Однако преимущественное значение приобретают бассейны из пластмассы или стеклоткани армированные металлом.

*Бассейновые хозяйства* имеют следующие преимущества:

1. Высокая плотность посадки благодаря интенсивному водообмену.
2. Компактное размещение бассейнов, экономия земельного фонда.
3. Возможность применения оборотного водоснабжения.
4. Постоянный визуальный контроль за выращиваемой рыбой, ее состоянием.
5. Хорошая промываемость, а следовательно, слабое накопление илов, более легкая очистка.
6. Отсутствие застойных зон.
7. Минимальные потери от хищников и рыбоядных рыб.
8. Благоприятные условия механизации и автоматизации облова и кормления.

**Небольшой проточный пруд** как еще одна рыбоводная емкость индустриального рыбоводства напоминает бассейн увеличенного размера, однако, существенно от него отличается. Обычная площадь таких прудов составляет 50-250 м<sup>2</sup>. Это прямоугольная, вытянутая или овальная проточная рыбоводная емкость глубиной не более 1 м. Соотношение сторон составляет 1/4 - 1/8. Вода поступает в верхний конец пруда и вытекает из противоположного конца через устройство, предупреждающее уход рыбы и обеспечивающее заданный уровень воды. Это обычно донный водоспуск и колодец регулируемой по высоте заслонкой и сетчатой рамкой, предупреждающей уход рыбы. Боковые стороны и дно пруда могут быть выполнены из монолитного бетона или из железобетонных плит, а также из плотного каменистого грунта. Боковые стороны обычно располагаются наклонно под тупым углом по отношению ко дну.

Говоря о бассейновых хозяйствах, имеется в виду проточная система водоиспользования. Это означает, что вода в рыбоводные емкости, где выращивают рыбу, подается из вод источника, а затем сбрасывается из них в водоприемник либо напрямую, либо через какой-либо водоем или емкость, служащие отстойниками и

очищающие сбрасываемую воду. Водоисточник и водоприемник могут быть одной и той же рекой или каналом. Только водозабор осуществляют выше, по течению, а водосброс — ниже. Однако возможна и другая схема водоиспользования. Воду из отстойника можно не сбрасывать в водоприемник сразу, а часть её, осветленную после отстаивания, направлять обратно в рыбоводные емкости. Такой способ называется **системой оборотного водоснабжения (СОВ)**. Он позволяет сократить расход воды в несколько раз и более рационально использовать водные ресурсы. Если же систему замкнуть полностью и пополнять запасы воды только в отстойнике, уменьшающиеся вследствие испарения, то такая система водоснабжения называется замкнутой. **Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ)** отличаются от установок с системой оборотного водоснабжения (СОВ) только долей ежедневной подпитки. В УЗВ она составляет менее 30% в сутки от всего объема воды, находящейся в системе, в СОВ — более 30%. В современных УЗВ в сутки добавляют не более 3 — 5% свежей воды.

*Хозяйства СОВ* – системы с оборотным водоснабжением, использующие для очистки воды специальные биологические пруды.

*Хозяйства УЗВ* – установки с замкнутым циклом водообеспечения с полностью регулируемым режимом разведения и выращивания рыбы.

Характерной особенностью индустриального рыбководства является **возможность управления режимом водной среды**, формируемым с целью получения максимальной скорости роста. Это относится в первую очередь к обеспечению оптимального *температурного режима*. Вода естественных водоемов большую часть года имеет температуру ниже оптимальной для обеспечения максимальной интенсивности питания и роста рыб. Поэтому на рыбоводных предприятиях индустриального типа используют воду, подогретую до необходимой температуры. Широкое развитие получило использование в рыбоводных целях нагретой технологической воды тепловых электростанций и некоторых промышленных предприятий. Отработанная технологическая вода после охлаждения агрегатов в зимнее время становится теплее на 10-12 °С, а в летнее – на 7-8 °С естественных водоемов. В бассейны и бетонированные пруды рыбоводных предприятий вода подается по трубам и уходит самотеком в сточную систему.

Все **формы индустриальных хозяйств** по характеру водообеспечения можно подразделить на три группы:

1. Хозяйства, использующие воду с естественной температурой (холодноводные).
2. Хозяйства, использующие воду с повышенной температурой (тепловодные) против естественного уровня.
3. Хозяйства, использующие морскую или солоноватую воду (холодноводные или тепловодные).

Индустриальные хозяйства могут работать по проточной, оборотной и замкнутой схемам водоснабжения.

**Основными направлениями** развития индустриального рыбководства в России являются:

- выращивание холодолюбивых рыб (радужная форель и ее аналоги, сиви и др.) в садках, установленных в водоемах с естественной температурой воды (озера, водохранилища, каналы и др.);
- выращивание теплолюбивых рыб в садках, бассейнах, лотках при прямоточной схеме водоснабжения или оборотных и замкнутых системах с использованием теплых вод.

#### **4.2. Обеспечение оптимальных условий водной среды в рыбоводных емкостях**

В индустриальном рыбоводстве высокая плотность посадки рыб и высокий выход рыбопродукции являются основным экономическим условием производства. Вместе с тем повышение плотности посадки имеет предел, определяемый качеством водной среды и биологией вида. Качество водной среды складывается из оптимальной температуры воды, концентрации кислорода, свободной углекислоты, активной реакцией среды и концентрацией продуктов обмена.

*Температура воды.* У рыб как представителей пойкилотермных животных интенсивность обмена определяется температурой воды. Это объясняется тем, что в тканях с повышением температуры увеличиваются окислительные процессы. При этом рыбе требуется больше кислорода. Повышая температуру воды в рыбоводных емкостях, мы способствуем распаду оксигемоглобина на гемоглобин и кислород, то есть отдаче кислорода тканям. Но это же условие ограничивает связь гемоглобина с кислородом в органах дыхания (в воде). Это вызывает усиление интенсивности дыхания. Следовательно, при повышении температуры необходимо улучшать условия газообмена.

На полносистемном рыбоводном предприятии индустриального типа важнейшим условием должна быть возможность регулирования температуры воды. Оптимальная температура для питания и роста рыб является оптимальной и для общего обмена, связанного с рациональным использованием питательных веществ комбикорма. Разумеется, рыба питается и при температуре вне оптимальных пределов, но потенциальные возможности роста при этом не реализуются. По мере повышения температуры воды ускоряется усвоение пищи. При повышении температуры воды за пределы оптимальных значений не только снижается эффективность кормления, но и возрастает смертность рыбы. Температура воды на рыбоводных предприятиях индустриального типа проявляется во взаимодействии с определенным газовым составом воды.

*Кислород.* Вода поверхностных источников всегда в той или иной мере насыщена кислородом, уровень которого в первую очередь зависит от температуры. Существует четко выраженная зависимость между уровнем растворенного в воде кислорода и белковым, жировым и углеводным обменом у рыб. Среди культивируемых рыб лососевые являются наиболее, а карповые-наименее оксифильными. Осетровые рыбы занимают среднее положение.

Оптимальный уровень кислорода для рыб соответствует нормальному насыщению воды кислородом при оптимальной температуре. Следовательно, для лососевых оптимальный уровень кислорода для питания и роста (при температуре 16-19 °С) составляет 9,4-10,0 мг/л, осетровых рыб (при температуре 20-26 °С) - 8,3-9,2 мг/л, карповых рыб (при температуре 25-30 °С)- 7,1-8,4 мг/л. Снижение уровня кислорода приводит к снижению интенсивности питания, обмена и роста. Между нормальным насыщением воды кислородом и уровнем, при котором наступает уменьшение обмена, находится *зона кислородной адаптации рыб*. За пределами этой зоны происходит резкое падение интенсивности потребления кислорода.

*Свободная углекислота.* В условиях индустриального рыбоводства наличие свободной углекислоты (CO<sub>2</sub>) в воде должно быть ограничено определенными величинами. Избыточный уровень углекислоты уменьшает способность крови связывать кислород и передавать его тканям. Поэтому следует осуществлять контроль за её количеством. При использовании воды, отвечающей ОСТу для рыбоводных хозяйств, уровень свободной углекислоты при температуре 20 °С составляет 0,6 мг/л. Повышение количества углекислоты до 5-6 мг/л не оказывает отрицательного влияния на рыбу. Но в определенных условиях при высокой концентрации рыбы в рыбоводных емкостях

углекислота как продукт обмена может достигать критической величины. В градиенте различной концентрации  $\text{CO}_2$  рыбы предпочитают минимальный уровень. Высокая концентрация свободной углекислоты в воде вызывает у рыб удушье, нарушение равновесия и гибель. Например, для радужной форели такой концентрацией является 30-35 мг/л, для карпа – 40-45 мг/л.

*Активная реакция среды -pH (водородный показатель).* Активная реакция водородных ионов является одним из важнейших факторов обмена, определяющих плотность посадки рыбы. Величина pH включает концентрацию водородных ионов и может изменяться в пределах до 14: pH равная 7 соответствует нейтральной среде, ниже 7-кислой, выше - щелочной. При низкой концентрации  $\text{CO}_2$  в воде наблюдается нейтральная или близкая к ней реакция среды. Повышение или понижение уровня  $\text{CO}_2$  сопряжено с изменениями pH среды в прямой зависимости. Уменьшение величины pH (подкисление среды) или увеличение ее (повышение щелочности среды) относительно нейтральной более определенного уровня затрудняет использование рыбой кислорода. Значение pH в пределах 6-8 при выращивании рыб не вызывает отрицательных явлений, хотя оптимальный уровень обычно ограничивают величиной 6,5-7,5. В более кислой или щелочной среде рыба хуже использует кислород. При pH ниже 5 или выше 8,5 летальная концентрация кислорода повышается в несколько раз и не обеспечивает потребности в кислороде. Реакция рыбы на pH среды зависит от ее возраста и температуры среды. Однако в любых условиях существование рыбы ограничивается пределами pH от 4,5 до 9,5.

#### **4.3. Качество воды в промышленных хозяйствах**

При определении источника водоснабжения промышленного рыбного хозяйства необходимо предъявлять строгие требования к качественным свойствам воды. Любое вещество, растворенное в воде, может попасть в организм рыбы, а некоторые вещества проходят через жабры в кровь и ткани. Однако это не значит, что вода должна быть лишена каких-либо примесей, солей. Например, дистиллированная вода не пригодна для жизни рыб. Вода, являющаяся пресной, содержит до 1 г/л растворенных твердых веществ. Жесткая пресная вода содержит около 300 мг/л растворенных твердых веществ, мягкая - около 40, средняя по жесткости - речная и озерная вода- 100-150 мг/л растворенных веществ. Рыбоводным требованиям в наибольшей мере отвечает средняя по жесткости вода. При выборе источника водоснабжения следует учитывать температурный режим и газовый состав как суточный, так и сезонный с учетом вышеуказанных требований для выращивания тех или иных видов рыб. Вода для промышленного рыбного предприятия может поступать с поверхностных и подземных источников, Поверхностная вода обычно имеет сбалансированный солевой состав, но часто насыщена посторонними загрязняющими веществами. Подземная вода обычно свободна от загрязнений, но может нести токсичные для рыб вещества, например, метан или сероводород. Состав воды в основном определяется грунтами, Известняковые воды характеризуются жесткостью, большим количеством кальция, который оседает на стенах трубопроводов. Подземные воды, протекающие по гранитным грунтам, обладают невысокой жесткостью, в них меньше минеральных веществ, но нередко эти воды содержат много свободной углекислоты, которая вызывает коррозию трубопроводов. Для подземных вод характерна постоянная температура в течение года. В источниках неглубокого залегания температура воды приближается к среднегодовой температуре атмосферного воздуха для данного района. При глубине более 15 м температура воды подземных источников возрастает примерно на 1 °C на каждые 32 м.

Существует 3 вида подземных источников - родники, почвенно-грунтовые воды (депрессии) и скважины. Последние делятся на напорные (артезианские) и колодцы. Родники обладают всеми преимуществами, свойственными грунтовым источникам, и дают воду высокого качества с относительно постоянной температурой. Однако в родниках обычно содержится мало растворенного кислорода. К тому же количество родников обычно невелико. Почвенно-грунтовые воды достаточно обильны лишь в некоторых районах России. Они содержат мало кислорода и для подачи ее необходимы насосы. Для получения почвенно-грунтовых вод нужно вскрывать почву в местах концентрации этих вод неглубоко от поверхности. Скважина и колодец могут дать необходимое количество воды, но для получения ее следует использовать насосы. Вода скважины содержит обычно сероводород и очень мало кислорода. Поэтому необходимо предусматривать устройства для улучшения газового состава воды. Колодец обычно обладает ограниченным дебитом воды. Очевидно, родниковая и скважинная вода наиболее пригодны для индустриального рыбоводства, поскольку обладают такими качествами, как чистота, постоянство расхода. Однако температура этой воды на протяжении всего года ниже оптимального уровня даже для холодолюбивых лососевых рыб. Эта вода нуждается в подогреве и дегазации, а также и в насыщении кислородом. Рыбоводные предприятия индустриального типа могут использовать также воду поверхностных водоисточников - рек, озер, ручьев, водохранилищ и даже прудов. Качество воды этих источников зависит от широты местности, геологии ложа, времени года, ширины, глубины, площади, уклона и других факторов. Поверхностные источники отличаются суточными и сезонными колебаниями температуры воздуха, газового состава. В них обитает много животных и растительных организмов, попадание которых в рыбоводные емкости нежелательно - они могут быть конкурентами в питании, потреблении кислорода, источниками многих болезней. Вода поверхностных источников несет с собой некоторое количество органических и минеральных веществ и нуждается в фильтрации и очистке.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Понятие «индустриальное рыбоводство», его виды.
- 2) Рыбоводные емкости в индустриальном рыбоводстве, их краткая характеристика.
- 3) Обеспечение оптимальных условий среды в садках, бассейнах.
- 4) Основные требования, предъявляемые к качеству воды в рыбоводных емкостях.
- 5) В какой стране впервые зародились элементы индустриального рыбоводства?
- 6) Какая доля рыбной продукции страны приходится на индустриальное рыбоводство?

### Список литературы

#### Основная

1. Антипова, Л. В. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А. Василенко, М. М. Данылиев - Лань, 2013 г. - 420 с.
2. Власов, В.А. Рыбоводство/ В.А. Власов – Лань, 2010. - 368с.
3. Грищенко, Л.А. Болезни рыб с основами рыбоводства/ Л.А.Грищенко, М.Р. Акбаев – КолосС – 2013 г – 480 с.
4. Моружи, И.В. Рыбоводство/ И.В. Моружи, Н.Н. Моисеев - КолосС, 2010 г.-300 с.
5. Привезенцев, Ю.А.Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов- Мир, 2010 г.- 456 с.

### *Дополнительная*

1. **Гримм, А.О.** Рыбоводство/ А.О. Грим – Книга по требованию, 2012 г.- 262с.
2. **Кох, В.С.** Рыбоводство/ В.С. Кох – Книга по требованию, 2012 г. – 218 с.
3. **Задорожная, Л.А.** Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы/ Л.А. Задорожная - Издательство: АСТ, Полиграфиздат, 2011 г.- 320 с.
4. **Привезенцев, Ю. А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов – Мир, 2007 г - .456 с.

## **Лекция 5**

### **Озерное товарное рыбоводство**

#### **5.1. Классификация озер. Обороты и методы ведения озерного хозяйства**

Озера по площади делят на три группа: крупные (площадью свыше 10 тыс. га), средние (площадью от 1 до 10 тыс. га), малые (площадью до 1 тыс. га). В озерах России обитают около 170 видов рыб и среди них лососевые, сиговые, карповые, окуневые и другие. В зависимости от продолжительности вегетационного периода, т. е. количества дней с температурой воды выше 10 °С, и суммы среднесуточных температур за этот период, выделяют пять зон озерного рыбоводства. *Литоральная зона озер*

характеризуется малыми глубинами, большой зарастаемостью, хорошим кислородным режимом. В этой зоне встречаются многие виды озерных рыб, в том числе большое количество молоди. Здесь наблюдается острая межвидовая и внутривидовая конкуренция. *Пелагиальная зона* - толща воды. Поверхностные горизонты воды прогреваются сильнее, поэтому там обитают теплолюбивые виды рыб. *Профундальная зона* - глубинная часть озера. В этой зоне обитают сиговые рыбы, лещ. Озерные рыбы по характеру размножения делятся на две группы: с весенне-летним (карповые, окуневые) и осенне-зимним (лососевые, сиговые) нерестом.

По происхождению озера подразделяют на шесть типов: ледниковые, реликтовые, провальные, вулканические, пойменные, запрудные. Прежде чем использовать озеро в рыбохозяйственных целях нужно его обследовать, т. е. провести бонитировку. Наиболее важным в рыбохозяйственном отношении являются температурный режим, который формируется климатическими условиями и гидрологическим режимом озера. От температуры зависят продолжительность вегетационного периода, сроки созревания и нерест рыб. Газовый режим озер имеет важное значение в жизни всех его обитателей. Среди растворенных в воде газов первое место по значению занимают кислород, азот и углекислый газ, которые всегда находятся в воде. Количество кислорода и углекислота, участвующих в биохимических процессах, колеблется в широких пределах.

Одним из наиболее важных показателей рыбохозяйственной ценности водоема является кислородный режим, определяющий состав беспозвоночных и рыб. В воде озер в результате разложения органических веществ могут появляться сероводород ( $H_2S$ ) и метан ( $CH_4$ ). Активная реакция воды регулирует интенсивность обмена веществ у водных организмов. В связи с этим она оказывает влияние на состав гидрофауны. Например, критическим пределом для большинства рыб является рН 4,5-9,6, оптимум лежит в пределах 6-8. Органические вещества, растворенные, взвешенные и отложенные на дне образуются в результате роста, развития и отмирания растений и животных. Из солей, растворенных в пресноводных озерах, наибольший интерес в рыбохозяйственном отношении представляют соли фосфора калия, азота, железа, кальция. Для рыбохозяйственной оценки озера следует провести гидрохимические и гидробиологические исследования (состав растительного и животного населения), изучить ихтиофауну озера. Это дает возможность выяснить, какие виды рыб можно разводить в данном водоеме. Чтобы рационально использовать биологические ресурсы озера необходимо провести бонитировку, и скорректировать гидрологический и гидрохимический режимы водоема, увеличить количество кормовых организмов, а затем уже вселить в озеро ценные виды рыб. Основными методами формирования качественно нового ихтиоценоза озер могут быть ограничение размножения и развития местных малопродуктивных видов рыб и внесение новых быстрорастущих и ценных в коммерческом отношении рыб. В процессе формирования ихтиоценоза и в дальнейшем для поддержания его высокопродуктивных качеств, требуется регулярное (ежегодное) проведение мероприятий по сокращению малоценных видов местных рыб, лимитированию количества хищных рыб и повторному вселению ценных представителей ихтиофауны на жизнестойких стадиях развития.

Наряду с использованием для товарного рыбоводства генетически чистых видов рыб, характеризующихся высокой продуктивностью, для получения максимальной величины продукции в специально подготовленных водоемах рекомендуется использовать межвидовых и межпопуляционных гибридов.

### **Обороты и методы ведения озерного хозяйства**

При планировании рыбохозяйственного использования озер следует исходить из природных особенностей водоемов и их кормности, определяющих биологический тип водоема. Важное значение при этом имеет состав (видовой и количественный) ихтиофауны, представители которой являются индикаторами качества водоема. Следует также учитывать биологические, климатические, географические и экономические факторы. Среди них важное место занимает компактность размещения водоемов. Это особенно важно в полносистемных озерных хозяйствах. Например, питомные озера желательно приблизить к нагульным и по возможности обеспечить пропуск посадочного материала непосредственно по воде в нагульные озера. Важным условием также является наличие подъездных путей к водоемам. Следует также учитывать: площади и глубину водоемов, проточность и зарастаемость, температурный и газовый режимы, содержание органических веществ и минеральных солей, активную реакцию среды. С рыбохозяйственной точки зрения наиболее удобными являются малые озера. Большие озера труднее подготовить к зарыблению и труднее облавливать. Для озер-питомников (выростные озера) рекомендуются водоемы площадью от 10 до 300 га. Маточные озера должны иметь площадь от 60 до 200 га. Более значительные площади неудобны, так как сильно удлиняют сроки вылова рыб. Для проведения селекционных работ используют озера площадью 10-30 га, расположенные вблизи маточных водоемов. Эти водоемы могут быть соединены с маточными озерами естественными протоками или канавами. Карантинные озера должны иметь площадь от 5 до 10 га. Основным условием для их эксплуатации является возможность последующей полной обработки водоема дезинфицирующими средствами. В озерных хозяйствах молодь зимует либо в садках, размещаемых в озерах, либо в прудах, но можно использовать также озера площадью от 5 до 15 га. Важно, чтобы они были полностью или частично спускными.

**Глубина водоема** определяет его термический и газовый режимы, интенсивность развития первичной продукции, фитопланктона и зоопланктона, подводной и надводной растительности, донных организмов. От глубины водоема зависят перемешиваемость различных слоев водной толщи, величина оседания и размывания отмерших организмов и донных отложений. С глубиной водоемов связаны видовой состав и количественное развитие ихтиофауны. Для однолетнего нагула рыб наиболее пригодными являются озера глубиной 1,5-2 м. Для выращивания товарной пеляди и сегов целесообразно осваивать водоемы глубиной 4-5 м. Для маточных озер Западной Сибири рекомендуются водоемы с преобладающими глубинами 2 м (максимальные - 4,5 м), для озер-питомников с однолетним выращиванием средняя глубина должна быть не менее 2 м, с зимовкой годовиков - около 2,5 м. Средние глубины озер должны быть следующими: - маточные - от 3 до 8 м (максимальные - до 15-20 м); питомники - 2-4 м (максимальные до 6 м); нагульные - 2-8 м. Следует учитывать, что при выращивании теплолюбивых рыб глубина водоема должна быть минимальной, т. е. приближаться к нижней границе, при выращивании лососевых и сеговых рыб она должна приближаться к верхней границе глубины. Карантинные водоемы должны быть неглубокими: 1,5-2 м. Зимовальные озера должны иметь значительные глубины, чтобы обеспечить нормальные условия для зимующих рыб. Средняя глубина этих водоемов в южных районах страны может быть от 2 до 6 м, в северных - от 4 до 8 м. Можно проводить зимовку рыб и в более глубоких озерах, однако их трудно облавливать.

**Проточность** в озерах стимулирует миграционный инстинкт у рыб, особенно пеляди. При выращивании сеговых рыб проточность используют для облова спускных и полуспускных озер. В маточных водоемах коэффициент условного водообмена (КУВ) должен быть от 1 до 2, то есть на протяжении одного года весь объем водной массы

должен полностью смениться до 2 раз. В питомных озерах КУВ должен быть равен 1,2-2,5. При КУВ менее 1 создаются трудности с заполнением полуспускных и спускных питомников. В замкнутых озерах-питомниках, облов которых осуществляют с помощью неводоудерживающих или путем создания искусственных потоков воды величина КУВ может приближаться к нулю. В нагульных водоемах КУВ не должен превышать 3, так как его увеличение будет способствовать усилению ската рыбы из озера, что потребует строительства дорогостоящих рыбозащитных сооружений. Оптимальные значения КУВ в таких водоемах составляет около 2. В карантинных водоемах КУВ более 2 нежелателен, так как при большой проточности возникает необходимость строительства специальных очистных сооружений. В зимовальных водоемах КУВ должен составлять 3.

**Зарастаемость водоемов** водной растительностью влияет на физико-химические и биологические процессы, протекающие в них. Зеленые растения поглощают минеральные соли и углекислоту, а выделяют кислород. Заросли водной растительности являются убежищем и зоной обитания для многих беспозвоночных организмов, а также субстратом для размножения стрекоз, жуков, моллюсков и рыб. Отмирая, водная растительность разлагается и минерализуется. Образовавшиеся минеральные вещества вновь поступают в водную толщу для последующего круговорота веществ в водоеме. Однако при чрезмерном развитии водной растительности и интенсивном ее окислении в процессе разложения значительно возрастает потребность в кислороде, в результате чего могут возникнуть заморы. Это свидетельствует о том, что чрезмерное развитие водной растительности в озерах нежелательно. Оптимальная зарастаемость озер следующая: маточные - до 10% общей площади, питомные - до 3 %, нагульные - до 20 % общей площади. В карантинных озерах развитие надводной и подводной растительности недопустимо. В зимовальных озерах растительность может занимать не более 3 % площади.

**Температурный режим** является одним из важнейших факторов при выращивании рыб. Низкая температура воды отрицательно сказывается на росте рыб, угнетает их развитие, задерживает сроки полового созревания и нереста, а также тормозит процессы метаболизма. Высокие температуры воды также неблагоприятно влияют на рост и развитие рыб. При высоких температурах воды радужная форель, сиги, лососи прекращают питаться. Регулировать температурный режим в озерах почти невозможно, но нужно подбирать водоемы с благоприятным режимом для конкретных объектов выращивания.

**Кислородный режим** водоема определяется содержанием растворенного в воде кислорода. Его содержание для нормального роста и развития различных видов рыб неодинаково. Критические концентрации кислорода для рыб колеблются от 1,6 до 5,0 мг/л, а летальные - от 0,5 до 3,1 мг/л. Во время нагула рыб летом содержание кислорода в воде должно быть не менее 6 мг/л для большинства культивируемых видов, а для молоди лососевых даже не менее 7 мг/л. Зимой количество растворенного кислорода не может быть ниже 3 мг/л, а для лососевых - 4 мг/л. Максимальная величина растворенного в воде кислорода может значительно превосходить нормальное насыщение в любое время. Радужную форель выращивают при содержании кислорода 7-10 мг/л и более. Такой кислородный режим способствует ускорению процессов метаболизма у рыб, стимулирует рост и благоприятно сказывается на выживаемости. При выборе озер следует руководствоваться следующими показателями кислородного режима (мг/л, не менее): маточные, летом - 6-7, зимой - 3-4; питомные, летом 7; нагульные, летом - 6, зимой - 3-4. В зимовальных озерах содержание кислорода не должно быть менее 4 мг/л, в карантинных - 7-8 мг/л (летом). Содержание

свободной углекислоты оказывает существенное влияние на рост и развитие рыб. При высоком ее содержании нарушается нормальный газообмен и это может привести к необратимым процессам в обмене веществ. Для большинства культивируемых рыб летом содержание углекислоты может достигать 20-30 мг/л, зимой - 40 мг/л.

**Содержание органических веществ** в значительной степени определяет продуктивность водоемов. Процесс превращения органического вещества в минеральные компоненты требует большого количества кислорода. Следовательно, необходимо найти такие критерии содержания органического вещества, которые обеспечили бы высокую продуктивность экосистемы водоемов и максимальный выход конечной продукции - рыбы. Определяют органическое вещество по перманганатной окисляемости. Оптимальная величина ее составляет 10-15 мгO<sub>2</sub>/л, предельная - 40 мгO<sub>2</sub>/л.

**Изменения активной реакции** воды (рН) допустимы в пределах 6-9 ед. Однако благоприятные условия для рыб равны 7-7,5. Повысить активную реакцию воды от кислой до нейтральной или слабощелочной можно с помощью известкования водоемов. Минеральные вещества в пресноводных водоемах представлены в виде сильно разбавленных растворов бикарбоната и карбоната, сульфата и хлорида щелочных и щелочноземельных металлов с некоторым количеством недиссоциированной кремниевой кислоты. Минерализация редко выступает фактором, сдерживающим вселение в озеро ценных видов рыб, но избыточный уровень отдельных ее компонентов может оказывать отрицательное воздействие на выживаемость и рост рыб. В водоемах хлоридно-кальциевого типа минерализация воды может достигать 10 г/л. Из природных элементов возможно воздействие железа, которое оказывает отрицательное влияние на выживаемость эмбрионов, личинок, мальков и рыб. Предельно допустимые концентрации (ПДК) железа в воде рыбохозяйственных водоемов составляют 0,5 мг/л, а для икры - в 2,5 раза меньше; ПДК для свинца - 0,03 мг/л, цинка - 0,01, меди - 0,01, никеля - 0,01, магния - 50,0, кобальта - 0,01 мг/л. При выборе водоемов для озерного товарного рыбоводного хозяйства особенно серьезное внимание следует обращать на наличие промышленных предприятий, сельскохозяйственных производств и других возможных источников загрязнения водоемов или водосборных площадей. Сброс в водоемы озерных рыбоводных хозяйств неочищенных сточных вод недопустим. При выращивании рыбопосадочного материала планктофагов биомасса зоопланктона должна быть не менее 2-5 г/м, а для бентофагов - не менее 5-10 г/м<sup>3</sup>. Чем больше биомасса кормовых организмов, тем может быть большей величина рыбопродукции. Важное значение имеет качественный состав кормовых организмов. В летнее время наибольшее значение в питании рыб имеют ветвистоусые рачки, а зимой - веслоногие ракообразные. Среди бентических форм кормовых беспозвоночных важными для питания рыб являются личинки мотыля, различные виды червей, моллюски и др. Это не исключает использования в пищу и других форм водных беспозвоночных, которые, даже не являясь основной пищей рыб, имеют важное значение как поставщики энергии, незаменимых элементов питания. При выращивании в озере хищных рыб должны присутствовать в достаточном количестве доступные представители малоценной ихтиофауны (плотва, ерш, окунь и др.). Выращивание растительноядных рыб требует большого количества фитопланктона, подводной и надводной растительности. При посадке в выростные озера личинок рыб должны присутствовать мелкие формы зоопланктона. Вселение молоди сиговых рыб ранней весной в водоемы без подготовленной кормовой базы (инфузории, коловратки) нередко приводит к ее гибели.

## **5.2. Выращивание рыбопосадочного материала в озерах**

Рыбопосадочный материал можно выращивать в озерах-питомниках трех типов: небольших озерах с благоприятным кислородным режимом; малопроточных и проточных озерах; заморных, замкнутых и слабопроточных озерах. В озерах 1-го и 2-го типов следует удалить сорных рыб, озера 3-го типа эксплуатируют при наличии рыб-аборигенов. Озера 1-го типа должны иметь глубину 3-4 м и площадь не более 50 га. Озера 2-го типа могут иметь площадь до 300 га, а озера 3-го типа - более 300 га. Поскольку к началу эксплуатации озера-питомники освобождены от местной рыбы, зарыблять их нужно личинками в возрасте 3-5 сут., когда они переходят на смешанное питание. От инкубатора до озера-питомника личинок перевозят на автомашинах в полиэтиленовых пакетах или бидонах с кислородом. Соотношение объемов воды и кислорода должно быть 1/2, плотность посадки личинок в бидоны зависит от температуры воды и длительности транспортировки. При температуре 4-5 °С и нахождении в пути до 24 ч допустима плотность посадки 2-3 тыс. шт./л. Бидоны должны быть тщательно вымыты и на половину заполнены чистой, хорошо аэрированной водой с рН от 6 до 8. Перед выпуском личинок в водоемы необходимо постепенно выровнять температуру воды в емкости, в которой доставлены личинки, с температурой воды водоема. Оптимальная индивидуальная масса сеголетков сигов, выращиваемых в озерных питомниках равна 20-25 г, промысловый возврат - 30-35 %.

Количество сеголетков зависит от рыбопродуктивности озера и плотности посадки личинок. Расчет количества личинок для зарыбления озера ведут по формуле:

$$K = (Г \cdot П \cdot 100) / (В \cdot Р),$$

где: Г- площадь озера-питомника, га; П - предполагаемая продукция сеголетков, кг/га; 100 - постоянный коэффициент; В -планируемая средняя масса сеголетков к осени, г; Р - планируемый выход сеголетков к осени, %.

Плотность посадки и рыбопродуктивность водоемов-питомников можно определить по следующей схеме. На основе пищевых потребностей молоди рассчитывают необходимое количество кормов по формуле:

$$В = (Р \cdot N \cdot КК \cdot 100) / (V \cdot T),$$

где: В - необходимая биомасса рачкового зоопланктона, кг/га; Р -прирост одной особи за данный период, кг; N- численность нагуливающих особей, шт./га; КК-кормовой коэффициент для данного периода; V - максимально допустимая величина суточного потребления кормовых организмов рыбами, % от биомассы; T -продолжительности данного периода, сут.

Если у рыб смешанное питание, то в формулу вводится показатель, характеризующий отношение отдельного компонента пищи к рациону (в процентах). Преобразуя формулу можно рассчитать численность нагуливающейся молоди в данный промежуток времени при конкретном уровне кормовой базы водоема:

$$N = (T \cdot - V \cdot B) / (P \cdot КК \cdot 100).$$

На прирост молоди влияют условия нагула рыбы в июле, так как к этому времени в водоеме стабилизируется численность молоди. Поэтому расчет плотности посадки можно проводить исходя из определения численности нагуливающихся сеголетков в июле на

базе биомассы рачкового зоопланктона, полученной за этот же месяц предшествующего года, или же используя величины средней многолетней июльской биомассы зоопланктона.

Например, в условиях Карелии за вегетационный период молодь сигов достигает 20 г и в конце каждого месяца выращивания имеет следующую индивидуальную массу: июнь - 2 г, июль - 8 г, август - 15 г, сентябрь - 20 г. Величины КК и их динамика известны. Общий выход сеголетков от вселенных личинок принимается равным 25-30 %. Подставляя конкретные значения в вышеприведенную формулу, получаем, что оптимальная численность молоди сигов в июле равна:

$$N = 94 \cdot B$$

где: N - численность сеголетков в июле, шт./га; B - биомасса рачкового зоопланктона в июле, кг/га.

Отсюда рассчитываем плотность посадки личинок в мае. Предполагая, что в июле нагуливается 40 % (1/2,5) вселенной молоди, в этом случае для сига в озерных питомниках (с учетом того, что 20 % его рациона в июле составляет зообентос) оптимальная плотность посадки будет равна:

$$N = (2,5 \cdot N_{\text{июль}}) = 94 \cdot B_{\text{июль}} \cdot 1,25 = 117,5 \cdot B_{\text{июль}}$$

Зная величину плотности посадки молоди в питомнике, развитие кормовой базы в июле, планируемую массу сеголетков в конце вегетационного периода, выход сеголетков можно рассчитать ожидаемую рыбопродуктивность по формуле:

$$P = W^E \cdot N / E.$$

Для сиговых питомников Карелии эта формула будет иметь вид:

$$p = 1,47 \cdot B$$

При использовании удобрений при расчете рыбопродуктивности в формулу вводят показатель, характеризующий прирост ихтиомассы на единицу затраченных удобрений.

В Карелии при внесении суперфосфата (40 %) и аммиачной селитры (60 %) рыбопродуктивность сиговых питомников можно рассчитать по формуле:

$$P = 1,47 \cdot B_{\text{июль}} + 0,2 \text{ суммы вносимых удобрений.}$$

По упитанности молоди можно судить, насколько благоприятны условия ее жизни в питомнике. Упитанность считают нормальной, если она равна по Фультону у сига-лудоги 1,45 (в июле) и 1,25 (сентябре), чудского сига- 1,1-1,2.

Рыбопродуктивность можно повысить за счет поликультуры, азотных и фосфорных удобрений. Наиболее распространены из удобрений суперфосфат и аммиачная селитра. Нормы внесения удобрений нужно определять по данным лабораторных исследований. При этом следует учитывать площадь озер. Озера площадью до 100 га следует удобрять из расчета на весь объем воды. Озера площадью 100-280 га из расчета на 2/3 объема, а озера большой площади - из расчета 1/3 объема воды.

Вносить удобрения нужно начинать при температуре воды 14-15 °С, одновременно, так как только в этом случае достигается их максимальное влияние на развитие фитопланктона. Эффективность использования удобрений определяют по формуле:

$$P = (П / (C_{уд} + C_{вн} + C_{доп} + C_{об}) - 1) \cdot 100,$$

где: P - рентабельность, %; П - стоимость дополнительной продукции, полученной в результате внесения удобрений в озера, руб.; C<sub>уд</sub> - затраты на приобретение удобрений, руб.; C<sub>вн</sub> - затраты по доставке и внесению удобрений в озера, руб.; C<sub>доп</sub> - затраты по вылову дополнительно выращенной рыбы, руб.; C<sub>об</sub> - затраты по обработке рыбы и реализации рыбопродукции, руб. Увеличению содержания в воде азота и фосфора способствует ее известкование. Вносить известь следует по воде, когда pH менее 7, а минерализация 100-200 мг/л. После внесения извести вода становится слабощелочной или щелочной, что делает ее более благоприятной для развития растительности и животных кормов.

### 5.3. Выращивание товарной рыбы

Выращивание товарной рыбы является конечным этапом технологического цикла озерного рыбоводства. Товарных рыб выращивают в поликультуре, чтобы полнее использовать кормовые ресурсы озера. В состав поликультуры обычно входят рыбы-планктофаги, бентофаги, хищники и растительноядные. Поликультура позволяет эффективно использовать все зоны в водоеме (пелагиаль, профундаль, литораль). Например, в озерах Северо-западного региона основным объектом, нагуливающимся в пелагиали является пелядь. Однако в мелководных озерах эту зону лучше осваивает пестрый толстолобик. Целесообразность использования хищных рыб зависит от наличия в озере малоценных рыб. В хорошо облавливаемых озерах, где можно управлять численностью рыб промысловых размеров, как правило, наблюдается увеличение численности молоди (благодаря снижению смертности после отлова части рыбы промысловых размеров и хищников), рекомендуется включать в состав поликультуры судака. В озерах, где нет щуки, можно выращивать таких хищников, как кижуч, радужная форель и нельма. Для эффективного использования кормовой базы озера следует вселять рыб с разным характером питания и соблюдать нормы посадки. Для получения товарной рыбы масса сеголетков сиговых рыб при посадке в озера с естественным составом ихтиофауны должна быть не менее 20-25 г. Это способствует выживанию молоди под воздействием хищников, и быстрому достижению рыбой товарной массы. При выпуске на нагул в озера сеголетков хищных рыб (судака, нельмы) в первой половине лета, когда они переходят на хищный образ жизни, масса молоди может быть небольшой - 3-5 г. Щуку выпускают даже на стадии малька, равномерно распределяя вдоль береговой линии, для обеспечения ее кормом, убежищами и предупреждения каннибализма.

Плотность посадки рыб на нагул следует рассчитывать по продукции кормовых организмов. Расчет проводят отдельно для рыб с разным характером питания по формуле:

$$N = (K_p \cdot P) / (C_p \cdot V),$$

где: N - коэффициент посадки рыб, шт./га; K<sub>p</sub> - коэффициент, показывающий степень использования запасов (долю потребления) пищи рыбами; P - реальная продукция кормовых организмов за вегетационный период, кг/га; C<sub>p</sub> - оптимальный рацион одной рыбы, обеспечивающий достижение запланированной массы, кг; V - коэффициент промыслового возврата от посадки. Для определения плотности посадки рыб в озере с естественным составом ихтиофауны необходимо определить пищевые потребности

местных рыб, оставшихся в озере после интенсивного облова. Тогда уравнение расчета плотности посадки приобретает вид:

$$N = K_p \cdot (P - C_a) / C_p \cdot V,$$

где  $C_a$  - суммарный рацион рыб-аборигенов по данному виду кормовых организмов.

По мере изъятия местных рыб в подготовительный период и дальнейшего сокращения их численности высвобождается корм. Дополнительное количество корма образуется и в результате использования минеральных удобрений. При 100 % изъятии малоценных рыб плотность посадки рассчитывают по уравнению:

$$N = E C_a / (C_p - V),$$

где:  $C_a$  - суммарный рацион рыб-аборигенов за сезон (год) до их изъятия, кг/га;  $C_p$  - оптимальный рацион одной разводимой рыбы за сезон, кг;  $V$  - коэффициент выживания.

При частичном изъятии малоценных рыб плотность посадки рассчитывают по уравнению:

$$N = (C_{ав} \cdot K_p) / (C_p \cdot V),$$

где:  $C_{ав}$  - рацион выловленных рыб, кг/га;  $K_p$  - коэффициент, показывающий какую часть кормов, освободившихся при вылове местных рыб, могут использовать разводимые рыбы, т. е.  $K_p = 1 - K_a$ ;  $K_a$  - коэффициент, показывающий, какую часть  $C_{ав}$  используют оставшиеся в озере рыбы-аборигены.

При частичном изъятии малоценных рыб и с учетом образования кормов за счет минеральных удобрений плотность посадки рассчитывают по уравнению:

$$N = (C_{ав} + C_M + C_x)(1 - K_a) / (C_p - V),$$

где:  $C_M$ ,  $C_x$  - дополнительное количество корма (кг/га), образующегося в результате внесения минеральных удобрений и извести и вселения хищных рыб.

Плотность посадки карпа в высококормные озера с использованием искусственных кормов на третий год снижается до 250 шт./га из-за накопления рыб от первых посадок. Пестрого толстолобика и белого амура рекомендуется выращивать в мелководных хорошо прогреваемых озерах северозападных или центральных областей России вместо пеляди. При совместном выращивании пеляди и пестрого толстолобика плотность посадки пеляди снижается на 50 шт./га (независимо от развития кормовой базы), а плотность посадки пестрого толстолобика в этом случае в средnekормные озера составляет 100 шт./га, в высококормные - 150 шт./га и более. При выращивании карпа в озерах можно использовать в качестве корма жмыхи, шроты, отходы мельничного производства и пищевой промышленности, а также ячмень, рожь, кукурузу, горох и др. При соблюдении норм посадки карп охотно потребляет эти корма и интенсивно растет. Однако для увеличения плотностей посадки рыб на нагул следует использовать специальные гранулированные корма. Кормление карпа искусственными кормами в озерах проводится либо со специальных столов-кормушек, либо с грунта. Размер кормушек 1x2 м<sup>2</sup> с высотой бортиков 5-8 см. Их выставляют в мелководные хорошо прогреваемые участки озер. Количество кормушек зависит от численности нагуливаемых рыб: 1 кормушка на 100-150 трехлетков карпа. Кормить карпа в

условиях низких температур и короткого вегетационного сезона необходимо начинать с 20-25 мая и заканчивать к началу сентября, при температуре воды на ниже 15 °С. В самый продуктивный период нагула - с июля до середины августа - наблюдается максимальная эффективность использования пищи на рост (20— 28 %), что подтверждается высокими суточными приростами (8-9 г), поэтому основную часть искусственных кормов (до 50 %) нужно использовать в середине лета при температуре воды 20 °С и более. При продолжительности периода кормления 80-90 сут., расход несбалансированных искусственных кормов на 1 рыбу составляет 1,0-1,2 кг за весь сезон. Кормовой коэффициент при этом будет 3,2-3,7. Распределять искусственные корма в течение вегетационного периода рекомендуется следующим образом: с 20-25 мая по 15 июня - 10 %; с 15 июня по 10 июля - 25 %; с 10 июля по 15 августа -50%; с 15 августа по 1 сентября-15 %. Для контроля за выращиваемой товарной рыбой не реже одного раза в месяц проводят контрольный облов нагульных озер, во время которого отбирают 10-25 выращиваемых рыб и 25-50 местных рыб. В зависимости от размеров нагульных озер контрольные обловы проводят равнокрылым мелкоячейным неводом размером от 150 до 500 м. Отобранную на анализ рыбу сортируют по видам, а затем измеряют и взвешивают. Основным показателем условий нагула рыб является темп роста. О нем судят по упитанности и обеспеченности пищей, по биомассе кормовых организмов и по гидролого-гидрохимическому режиму. Товарные сеголетки пеляди должны к концу вегетационного периода достигать массы не менее 100 г, двухлетки - 250-400 г.

В озерах со средней глубиной 5-10 м хороший темп роста у пеляди наблюдается с июня по август, т. е. в период наиболее интенсивного развития зоопланктона. Максимум накормленности пеляди наблюдается при температуре воды 15-16 °С. Трехлетки пеляди при нормальных условиях нагула достигают массы 450-650 г, при разреженной плотности посадки или в высококормных озерах- 1700 г. Чир и гибрид пеляди с чиром превосходит по темпу роста пелядь на 20-30 %. Муксун в первые два года имеет примерно такой же темп роста, как пелядь, в дальнейшем превосходит ее. Карп в двухлетнем возрасте достигает к октябрю массы 450-500 г. Двухлетки белого амура достигают массы 150-250 г, пестрого толстолобик - 350-430 г, белого толстолобика-100-150 г. Товарную рыбу вылавливают из озер закидными неводами, ставными сетями, ловушками, ставными неводами, тралами и плавными сетями.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Классификация и краткая характеристика озер как объектов рыбоводства.
- 2) Обороты и методы ведения озерного хозяйства.
- 3) Методы выращивания рыбопосадочного материала.
- 4) Выращивание товарной рыбы в озерах

### Список литературы

#### *Основная*

1. **Антипова, Л. В.** Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А, Василенко, М. М. Данылив - Лань , 2013 г. - 420 с.
2. **Власов, В.А.** Рыбоводство/ В.А. Власов – Лань, 2010. - 368с.
3. **Грищенко, Л.А.** Болезни рыб с основами рыбоводства/ Л.А.Грищенко, М.Р. Акбаев – КолосС – 2013 г – 480 с.

4. **Морузи, И.В.** Рыбоводство/ И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев - КолосС , 2010 г.-300 с.
5. **Привезенцев, Ю.А.**Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов- Мир, 2010 г.- 456 с.

*Дополнительная*

1. **Гримм, А.О.** Рыбоводство/ А.О. Грим – Книга по требованию, 2012 г.- 262с.
2. **Кох, В.С.** Рыбоводство/ В.С. Кох – Книга по требованию, 2012 г. – 218 с.
3. **Задорожная, Л.А.** Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы/ Л.А. Задорожная - Издательство: АСТ, Полиграфиздат, 2011 г.- 320 с.
4. **Привезенцев, Ю. А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов – Мир, 2007 г -.456 с.

## Лекция 6

### Специальные виды товарного рыбоводства

#### 6.1.Выращивание рыб в посевах риса

Рыбоводство на рисовых полях ведется в двух направлениях: рыба выращивается в чеках, освобождающихся из-под риса, или, как говорят, под "водный пар" системы севооборота. **Рисовые чеки** — участки пашни площадью 0,25— 5 га с посевами риса, отгороженные земляными валиками для удержания воды. В Китае, в целях максимального уменьшения объема земляных работ, валики устраивают по горизонталям местности, так что если смотреть сверху, то рисовые чеки создают

впечатление гигантской рельефной карты местности. Глубина залития рисовых чеков 10—25 см. Для воды устраивают шлюзы — водоспуски. Выращивание карпа или сазана на рисовых чеках способствует повышению урожайности риса на 2—5 ц/га, кроме того, карп уничтожает некоторых вредителей риса. В поисках пищи карп разрыхляет почву, что повышает кустистость риса. Норма посадки карпа в рисовые чеки составляет 5—10 тыс. мальков в возрасте 7—10 дней или 300—400 годовиков на 1 га. Выход товарного карпа составляет 1,5 ц и больше с 1 га; товарные сеголетки карпа достигают веса 200 г и больше, двухлетки 500—600 г и выше. Основной формой рыбоводства на рисовых чеках является однолетнее нагульное хозяйство. Заливают чеки обычно в апреле, осушают в конце августа. Вегетационный период для карпа составляет 100—110 дней. Посадочный материал получают из рыбопитомников. Условия выращивания в рисовых чеках хорошие — высокое содержание кислорода, хорошая кормовая база, поэтому рыбу не подкармливают. Отлавливают рыбу с началом уборки риса. В чеки перестают подавать воду, они осушаются, а рыба сосредоточивается в канавах, где ее и вылавливают сачками. **Выращивание товарной рыбы.** Следуя практике мирового рыборазведения на рисовых полях, в нашей стране работы в этом направлении начинали путем выращивания товарного карпа в посевах риса. При этом обычно рассчитывали на естественную рыбопродуктивность чеков и ограничивались посадкой 300-400 шт. годовиков на 1 га. Применяя такую плотность посадки, иногда получали до 1,5 ц рыбы с 1 га. Однако работы КрасНИИРХ не дали положительного эффекта в результате несоответствия биологических особенностей выращиваемой рыбы и технологии возделывания риса. Выход рыбы от посадки годовиков из расчета 300-600 шт./га составлял всего 30-35 %, а рыбопродуктивность не более 70 кг/га. При этом методе выращивания рыбы не отмечено повышение урожая риса. **Выращивание сеголетков.** Хорошо растет в посевах риса молодь белого амура и карпа, которые находят здесь благоприятные условия для роста и развития. Перед посадкой рыбы на водовыпусках и водовпусках устанавливают рыбозаградительные металлические сетки с ячейей 1 мм. В дальнейшем, по мере роста молоди, сетка заменяется на более редкую, что облегчает подачу и сброс воды. Посадка рыбы в чеки производится лишь после образования постоянного слоя воды и не ранее 3-4 суток в случае обработки посевов риса противозлаковым гербицидом пропанидом и его аналогами. Для зарыбления используют неупрошенных 4-х дневных и упрошенных однодневных личинок белого амура, упрошенных 14-18-дневных личинок карпа. Плотность посадки неупрошенных личинок белого амура составляет от 40 до 74 тыс. шт./га, упрошенных-13 тыс. шт./га, карпа - от 15,3 до 30 тыс. шт./га. Выращивание рыбы в посевах риса проходит обычно при температуре воды 23-28 °С с повышением до 34 °С, что не оказывает существенного влияния на рост и выживаемость сеголетков.

Гидрологический режим обычный при возделывании риса, слой воды в чеках 12-20 см. Однако понижение его до минимальных величин, связанное с необходимостью борьбы с рисовым комариком, внесением в подкормку минеральных удобрений и т. д. отрицательно сказывается на выживаемости молоди рыбы. Наибольшее влияние этого отрицательного фактора проявляется и первые 10 суток после зарыбления, когда еще не окрепшие личинки рыб при сбросе воды прижимаются к металлической сетке. Другим отрицательным фактором, снижающим выход рыбы, является нарушение технологии применения гербицидов, главным образом увеличение их доз. Кормовая база рисовых чеков обеспечивает нормальный рост и выживаемость рыбы. Здесь достаточно хорошо развивается зоопланктон, необходимый личинкам на ранних этапах развития, а также гидрофиты: нитчатка, наяда, сить, рисовый повойничек, ситник, харовые водоросли,

которыми белый амур питается на втором месяце жизни. К концу сезона сеголетки белого амура значительно очищают ложе чеков от сорняков, харовой водоросли и нитчатки. Вылов рыбы происходит в сентябре, перед уборкой риса. Вегетационный период выращивания сеголеток составляет 85-95 дней, что позволяет получить от личинки стандартный рыбопосадочный материал. Выживаемость сеголеток белого амура достигает 45 % при посадке подрощенной 12-дневной личинки в количестве 13 тыс. шт./га и 25 % при посадке неподрощенной 4-дневной личинки из расчета 74 тыс. шт./га. Рыбопродуктивность соответственно составляет 2,0 и 3,6 ц/га. Выживаемость карпа бывает несколько ниже - от 20 до 40 %, а рыбопродуктивность не превышает 1,6 ц/га.

**Двухлетний оборот выращивания карпа.** Комбинированное рисо-рыбное хозяйство известно с двухлетним оборотом. В одних рисовых чеках осуществляется нерест, в других - выращивание молоди, в третьих - нагул. Для зимовки может служить оросительный канал, большая часть которого зимой не используется, а также неглубокие земляные бассейны с постоянной подачей свежей воды. Оросительный канал в этом случае ограждают решетками, чтобы воспрепятствовать уходу рыбы. Техника ведения карпового хозяйства на рисовых полях тесно связана с агротехникой основной культуры - риса и имеет некоторые особенности. Посев риса в разных районах в зависимости от климатических условий осуществляется до 15-30 мая. С ЭТИ сроками необходимо связывать сроки рыбоводных работ. В специально приспособленные чеки в зависимости от их площади сажают на нерест одно или два гнезда производителей карпа или сазана. На второй день после нереста их удаляют. Чтобы производители не выскочили из нерестового чека, место впуска воды ограждают мешковиной или решеткой высотой 1-1,5 м. Чтобы не повредить растения риса, молодь из нерестового чека пересаживают в выростной на приток свежей воды. В Индии среди чеков сделан центральный пруд, соединенный каналами с чеками, При колебании уровня воды он является аккумулятором дни выращиваемой рыбы. Его площадь составляет 8 % рисовых чеков. Посадку в выростные чеки рассчитывают так же, как в обычные выростные пруды карпового хозяйства. Осенний облов выростных, и также нагульных чеков связан со сроками уборки риса, вегетационный период которого колеблется от 85 до 120 дней и в южных районах заканчивается 1-15 сентября, когда пересаживать сеголетков в зимовальные пруды еще рано. В этом случае чеки после уборки риса и облова рыбы целесообразно вновь залить водой и посадить туда сеголетков до зимы. Также поступают и с двухлетками.

Выход из нерестовых чеков составляет 5 тыс. шт. сеголетков сазана массой 3-7 г. Выживаемость сеголетков колеблется от 45 до 78 % в зависимости от уровня техники ведения комбинированного рисо-карпового хозяйства.

Преимущества комбинированного рисо-карпового хозяйства заключаются в получении двух урожаев с одной и той же площади (рис и рыба), в повышении урожайности риса и улучшении качества зерна (больше его абсолютный вес, ниже процент пленки, меньше пустых зерен).

## **6.2. Выращивание рыбы в «чеках водного пара»**

**Выращивание товарной рыбы без применения кормов.** Выращивание товарной рыбы без риса в период выведения чеков под "водный пар" является одним из методов, где промежуточной культурой является рыба. В отличие от совместного выращивания товарной и риса при котором рыбопродуктивность мала, в чеках «водного пара», свободных от густых зарослей риса, рыбопродуктивность может достигать 12-15 ц/га

при интенсификации производства, главным образом при кормлении рыбы. Одновременно происходит обогащение почвы органическими веществами (остатки корма, отмершая растительность, экскременты рыб), что приводит к повышению плодородия почвы. Температурный режим в чеках «водного пара» благоприятен для роста и выживаемости рыбы: минимальная температура не опускается ниже 12 °С, а максимальная не превышает 32 °С. Средняя температура за сезон составляет от 3 до 23,5 °С. Урожай риса с неудобренных полей после выращивания рыбы значительно выше, чем с удобренных при чередовании с другими культурами. Получение высокого выхода товарной продукции возможно в случае поддержания в чеках постоянного слоя воды не менее 60-70 см. Посадка годовиков в чеки производится в начале мая. Учитывая, что к середине апреля в рыбхозах заканчивается разгрузка зимовальных прудов, создаются трудности в приобретении годовиков в мае для рисосеющих хозяйств. Плотность посадки не превышает 2,4 тыс. шт./га: карпа не более 870 шт., белого толстолобика-1,1 тыс. шт., пестрого толстолобика - 850 шт. и белого амура 360 шт./га. Для увеличения рыбопродуктивности к товарной рыбе подсаживают подрощенных 14-дневных личинок белого амура в количестве 10-11 тыс. шт./га и пестрого толстолобика в количестве 6,5 тыс. шт./га. Кормление рыбы не проводится, но для создания устойчивой естественной кормовой базы чеки удобряются суперфосфатом и аммиачной селитрой. Зоопланктон в парующих чеках в качественном соотношении не богат, но в количественном (до 4,0 мг/л) вполне удовлетворяет пищевые потребности рыбы. В пище карпа, кроме планктонных организмов, значительное место занимают ракушковые рачки, личинки стрекоз, планктонные формы хирономид. Растительность рисовых чеков представлена типичными для рисовых полей сорняками - клубнекамыш компактный, просянка куриная и рисовая, сыть разнородная, наяда, рдесты и харовые водоросли. За исключением последних, все растения полностью съедаются белым амуром и частично карпом.

Выращивание рыбы длится обычно 90-100 дней. За это время вес рыбы достигает более 500 г. Выживаемость в среднем составляет 40-45 %, причем наибольший отход приходится на белого толстолобика и наименьший - на карпа. Рыбопродуктивность даже на естественных кормах достигает 4,5-6,0 ц/га. **Выращивание товарной рыбы с применением кормов.** Кроме экстенсивного хозяйства, основанного на использовании только естественной пищи, на рисовых чеках можно вести интенсивное хозяйство, применяя кормление. Это увеличит выход рыбной продукции с единицы площади. Техника кормления аналогична применяемой в обычных прудах. В качестве кормовых ресурсов целесообразно использовать местные.

Раздача кормов производится с лодки, на постоянных местах, в чеке, размером 10 га при плотности посадки карпа 1000 шт./га устанавливается не менее 10 кормовых мест. В первые дни кормления рекомендуется скармливать половину суточной нормы, давая рыбе возможность привыкнуть к местам кормления. Для кормления карпа более выгоден гранулированный комбикорм. При использовании гранул отпадает необходимость в приготовлении тестообразных комбикормов, облегчается их раздача рыбе, снижаются потери корма. Карп лучше растет при скармливании специально выпускаемых промышленностью рыбных комбикормов. При отсутствии рыбных кормов можно использовать отходы зерноочистки и рисовые отходы. Для повышения усвояемости корма неочищенные рисовые отходы дробят, пропуская через дробилку. В качестве корма могут быть использованы различные жмыхи и шроты, отходы макаронных фабрик и хлебозаводов, мукомольной промышленности. Кормят рыбу ежедневно, в утренние часы. Перед кормлением необходимо корм замочить в

деревянном ящике на берегу водоема или непосредственно в лодке, исключение составляют гранулированные комбикорма. Кормление производится с учетом роста рыбы. По мере роста рыбы суточная норма корма увеличивается, но к концу вегетационного периода, в связи со снижением температуры воды, постепенно уменьшается. Ежедневно до кормления рыбы проверяется поедаемость корма с тем, чтобы избежать порчи его на дне водоема. Расчет суточной нормы производится по формуле, принятой в рыбоводстве:

$$N = V \cdot 3 \cdot (K - 1) / K,$$

где: V-прирост рыбы за сутки, (г); 3-затраты корма на 1 г прироста, (г); K - кратность посадки.

Наблюдения за ростом рыбы осуществляются путем контрольного лова неводом, два раза в месяц. За чеками осуществляется такой же уход, как и за прудами. В летний период необходимо следить за рыбозаградительными решетками, очищать их от мусора. Вылов рыбы из чеков "водного пара" следует начинать в середине сентября, когда прекращается подача воды и уровень ее начинает снижаться. До начала сброса воды должен быть отремонтирован и подготовлен необходимый инвентарь: бредень, брезентовые носилки, корзины, рыбацкие костюмы, болотные сапоги, ведра, весы. Сброс воды в зависимости от площади чека может длиться от 2 до 4 суток. После того, как рыба соберется в рыбосборных канавах приступают к ее вылову. В тех случаях, когда рыба отправляется реализацию в живорыбных машинах, ее помещают в установленные в сборных канавах садки для промывки. При соблюдении всех технологических процессов в период выращивания выживаемость довольно высокая, ход рыбной продукции при плотности посадки 2500 шт./га в пределах 10-12 ц/га. После выращивания рыбы рисовые чеки, используемые на следующий год для производства риса, практически не имеют сорняков. Известно, что для производства риса используется более десятка различных технологий, в семи из них обязательной технологической операцией является внесение гербицидов. Поэтому вопрос о внедрении в практику экологически чистой технологии производства риса очень актуален. Среди предлагаемых безгербицидных технологий производство рыбы и риса может стать одной из перспективных.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Специальные виды товарного рыбоводства, их краткая характеристика.
- 2) Выращивание рыбы в посевах рисовых чеков.
- 3) Выращивание рыбы в чеках «одного пара»

#### **Список литературы**

##### *Основная*

1. **Антипова, Л. В.** Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А, Василенко, М. М. Данылиев - Лань , 2013 г. - 420 с.
2. **Власов, В.А.** Рыбоводство/ В.А. Власов – Лань, 2010. - 368с.
3. **Грищенко, Л.А.** Болезни рыб с основами рыбоводства/ Л.А.Грищенко, М.Р. Акбаев – КолосС – 2013 г – 480 с.
4. **Морузи, И.В.** Рыбоводство/ И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев - КолосС , 2010 г.-300 с.

5. **Привезенцев, Ю.А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов- Мир, 2010 г.- 456 с.

*Дополнительная*

1. **Гримм, А.О.** Рыбоводство/ А.О. Грим – Книга по требованию, 2012 г.- 262с.
2. **Кох, В.С.** Рыбоводство/ В.С. Кох – Книга по требованию, 2012 г. – 218 с.
3. **Задорожная, Л.А.** Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы/ Л.А. Задорожная - Издательство: АСТ, Полиграфиздат, 2011 г.- 320 с.
4. **Привезенцев, Ю. А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов – Мир, 2007 г -.456 с.

## Лекция 7

### Морская аквакультура

#### 7.1. Краткая характеристика и история развития марикультуры.

*Марикультура* — одно из перспективных направлений аквакультуры. Под марикультурой (синонимы: аквакультура, морская аквакультура) обычно понимают интенсивное выращивание гидробионтов с целью воспроизводства особей промысловых видов (запаса), а также кормовых организмов.

К марикультуре относятся: -культивирование гидробионтов - растений или животных (животные в свою очередь, подразделяются на беспозвоночных и рыб) - в пресной, солоноватой или морской воде, включающее их искусственное воспроизводство и товарное выращивание; промышленное выращивание гидробионтов по определенной технологической схеме, с полным контролем над всеми звеньями процесса; хозяйствование на водоемах с целью повышения их продуктивности; выращивание кормовых организмов-коловраток, копепод, мизид, артемий.

В широком смысле марикультура - это активное вмешательство в управление биологическими процессами в морской среде: разнообразные формы биологической мелиорации (улучшения условий обитания организмов), акклиматизации (приспособления организмов-переселенцев и их потомства к новым условиям среды), трансплантации (переселения) промысловых и кормовых организмов, создание новых гибридных форм, уменьшение количества вредных животных с использованием технических и биологических методов и др.

История развития морской аквакультуры начинается с середины XV в., когда на Гавайских островах начали выращивание морских рыб в бассейнах, которые отчленились от моря при помощи довольно протяженных валов и плотин. К 1900 г. сохранилось 159 таких древних сооружений. Достаточно широкое развитие марикультура получила у народов, живущих на берегах западной части Тихого океана и прежде всего Японии, Китая, Кореи, Филиппин, Индонезии и др. Уже в XVII в. в Японии стали успешно разводить устриц и получать с подводных плантаций около 50 тыс. т водорослей (главным образом порфиры) и несколько десятков тысяч тонн двустворчатых моллюсков (устриц, гребешков и др.). Раковинных моллюсков и устриц интенсивно выращивают во многих европейских странах, США, Японии, Китае, Южной Корее и др. Так, Испания ежегодно получает около 160 тыс. т мидий со своих подводных ферм, Голландия и Франция - по 80- 100 тыс. т, Китай - более 120 тыс. т. В Японии, Китае, странах Латинской Америки, США и многих других странах выращивают креветок, получая около 70 тыс. т продукции в год. Кроме того, у берегов Японии ежегодно выращивают 25-30 тыс. т морских ежей. Из 12 млн. т рыбы, беспозвоночных и водорослей, производимых ежегодно в марихозяйствах мира, на долю России приходится менее 0,1 %. В настоящее время водный биопотенциал российской марикультуры используется примерно на 37 %. В марикультуре основу производства составляют лососевые, особенно радужная форель, атлантические лососи (кумжа, семга) и тихоокеанские лососи (нерка, кижуч, кета). Особо стоит отметить опыт разведения форели-камлоопс (*Salmo gairdneri camloops*) в районе Мурманска. Этот вид форели,

завезенный в Россию из канадской провинции Британская Колумбия, растет на 10-20% быстрее, чем радужная форель.

На российском Дальнем Востоке в основном занимаются разведением водорослей (преимущественно ламинарии) и двустворчатых моллюсков (преимущественно мидий и гребешка). Среднегодовое их производство составляет соответственно 5000, 200 и 150 т. История развития морской аквакультуры свидетельствует о том, что долгое время она не получала должного развития, так как основное внимание уделялось собственно рыболовству, а культивирование морских объектов, требующих больших усилий и наличия технического оснащения, не получало необходимой поддержки. В обеспечении населения России продовольствием важная роль всегда отводилась рыбным и другим морским продуктам. Это было вызвано как исторически сложившимися условиями (рыболовство широко развивалось в реках, озерах и в морях), так и религиозными традициями, в частности тем, что по православной вере (к этой вере относилось большинство населения России) в многочисленные постные дни разрешалось употреблять только рыбу, но не мясные продукты. В царской России наивысший вылов (1,1 млн. т) был в 1913 г. В СССР вылов стремительно увеличивался за счет развития морского и океанического рыболовства и достиг своего пика в 1987-1989 гг. - 11,1-11,4 млн. т (вылов собственно России - 8,3-8,4 млн. т), что обеспечивало внутреннее потребление рыбы и морепродуктов около 22-24 кг на одного человека в год. С развалом Советского Союза и переходом России на рыночные отношения уловы рыбы стали резко снижаться. Но с 1995 г наблюдался рост уловов почти на 600 тыс. т, что дало возможность обеспечить годовой объем вылова в 4,2 млн. т. Этот рост продолжался и в 1996-1997 гг. вылов был 4,6 млн. т в год. В эти годы потребление рыбных продуктов на душу населения в России составляло всего 10 кг. Причины такого снижения потребления вызваны уменьшением общего вылова, увеличивающимся экспортом Россией рыбы и морепродуктов, отставанием от него импорта аналогичных товаров. До первой мировой войны в Россию ввозилось больше 1/4 от ее собственного улова, а ввоз превышал в 14 раз вывоз. Главным образом, вывозились соленая рыба частиковых, красная и черная икра. Более трех четвертей всего импорта рыбных товаров составляла соленая сельдь. Ввозилась также треска (основные поставщики - Норвегия, Великобритания). Рыбы для питания населению страны не хватало, и этот недостаток должен был пополняться за счет ввоза ее дешевых сортов из-за границы. В бывшем СССР цель рыболовства заключалась, прежде всего, в обеспечении населения страны разнообразными рыбными товарами по доступным ценам. Развитие как добывающей, так и обрабатывающей и сбытовой инфраструктуры рыбного хозяйства проходило в условиях директивно-плановой распределительной системы с ориентировкой на внутренний рынок. Экспорт рыбы и морепродуктов жестко планировался как по объему и ассортименту, так и по стоимостным показателям. На большинство рыбных товаров существовала государственная монополия, а реализация продукции на внешнем рынке осуществлялась через специально уполномоченных государством экспортеров. В свою очередь, импорт рыбных продуктов также планировался и, как правило, был во многом "навязанным". Например, импорт

исландской сельди в Россию в значительной степени осуществлялся в счет поставок в Исландию энергоресурсов, канадской рыбы и т.д. Такая направленность государственной рыболовной политики, с одной стороны, обеспечивала потребление рыбных продуктов на уровне рекомендаций Института питания РАМН (18 кг на одного человека в год), а с другой - ограничивала экспортно-импортные операций в этой области, что вело, в свою очередь, к сдерживанию развития перерабатывающей и сбытовой инфраструктуры. При общем объеме вылова рыбы и морепродуктов Россией в 1986-1990 гг. - 8,3-7,8 млн. т, экспорт составил 0,68-0,93, а импорт - 0,25-0,30 млн. т. В последние годы Россия стала крупным субъектом мировой торговли рыбой и морепродуктами. По данным ФАО за 1993 г, доля Российской Федерации в мировых уловах рыбы и морепродуктов не превышала 5%, по экспорту же эта доля превысила 7%. В 1995 г объем оборота внешней торговли рыбными товарами России был 1988,9 млн. долл. США, что в 2,3 раза больше показателей 1992 г. С 1992 г. развитие внешней торговли России проходило при падении производства рыбопродукции внутри страны. Снижение производства за рассматриваемый период составило 21%, в то время как экспорт увеличился в 2,3, а импорт - в 9,1 раза. В 1995 г Российская Федерация являлась ярко выраженным нетто-экспортером на мировом рынке рыбных товаров, с превышением экспорта над импортом более чем на 1,3 млрд. долларов США. В последние годы внешняя торговля России рыбопродуктами оказывает значительное влияние на формирование ресурсов и потребление рыбной продукции в стране. Так, в 2000 г. роль импорта в общем объеме потребления повысилась до 21%. Эта тенденция может быть объяснима, главным образом, ослаблением общехозяйственной конъюнктуры, выразившейся в резком падении уловов. В связи с такой ситуацией стало актуальным развитие марикультуры, то есть искусственного разведения водных организмов.

Предпосылки развития:

1. Нарастающий спрос на морепродукты;
2. Снижение природных запасов ценных биоресурсов в доступных для промысла районах Дальнего востока из-за хищнического уничтожения; недоиспользование ресурсов Кольского полуострова и Камчатки;

Необходимость создания рабочих мест в еще существующих прибрежных населенных пунктах (многие из которых стоят на грани исчезновения); декларируемая правительством ориентация рыбной отрасли на прибрежное рыболовство и марикультуру;

Имеющийся положительный зарубежный и отечественный опыт, отечественные и зарубежные научные разработки.

Проблемы развития:

1. Загрязненность прибрежных вод вблизи крупных населенных пунктов и эстуариев рек, где есть рабочие руки, но что-либо выращивать опасно;
2. Неразвитость инфраструктуры (запустение) пригодных для создания хозяйств марикультуры прибрежных территорий;

3. Необходимость значительных начальных затрат - строительство современного окупающегося завода по культивированию морского ежа, включая создание этой самой инфраструктуры, обходится примерно в \$30 млн. - и сравнительно длительная (3-5 лет) окупаемость хозяйств марикультуры;

4. Недостаточная изученность воздействия будущих хозяйств марикультуры на природные экосистемы;

Отсутствие современной законодательной базы, системы научного сопровождения и охраны прибрежных хозяйств;

Особенности национального бизнеса на морепродуктах в условиях повышенного зарубежного спроса, способные в сочетании с настоящими и будущими бюрократическими препонами уничтожить любые полезные начинания в этой области. Дело за тем, что победит: предпосылки, требующие разумного, заинтересованного подхода в развитии этого направления деятельности или проблемы с непродуманными несовершенными методами их решения.

#### **7.2. Основные методы выращивания, применяемые в марикультуре.**

Массовыми объектами морской аквакультуры являлись преимущественно те виды, которые обеспечивали высокий урожай, не нуждаясь в искусственном кормлении (водоросли, моллюски, кефаль), или при непродолжительном кормлении на первых этапах жизни, а впоследствии питаясь естественными кормами (проходные лососи, осетровые). За последние годы наблюдается увеличение урожая и числа объектов морской аквакультуры. Это объясняется ограниченными возможностями дальнейшего развития рыболовства, созданием морских хозяйств, расширением знаний в области биологических основ морской аквакультуры, созданием специализированных устройств, механизмов и приборов для работы на подводных хозяйствах, разработкой биотехники выращивания ряда кормовых и промысловых объектов. Марикультура рыб подразумевает применение высокоэффективных технологий производства молоди морских рыб в индустриальных условиях и дальнейшее ее использование в качестве посадочного материала для получения товарной продукции различными методами, обеспечивающими реализацию потенциальных возможностей объекта культивирования или его естественного ареала. Перспективные объекты для Черного моря — камбала-калкан, кефаль-лобан, пиленгас и сингиль; для Белого моря — треска.

Среди основных методов выращивания, применяемых в морской аквакультуре, можно выделить искусственное воспроизводство, пастбищное выращивание и индустриальное производство морских рыб.

Искусственное воспроизводство морских рыб с последующим выпуском молоди в море для увеличения численности естественных популяций повышает эффективность промысла объекта разведения. Это особенно важно для сохранения численности естественных популяций и биологического разнообразия — восстановления численности популяций ценных видов морских рыб, например таких, как черноморская камбала-калкан, кефаль-лобан и сингиль. Технология разведения этих видов рыб прошла апробацию в опытных условиях, а для ее реализации необходимо создание специальных питомников.

Пастбищное выращивание морских рыб основано на выращивании товарной рыбы, например атлантических лососей, черноморских кефалей, баренцевоморской

трески, путем зарыбления подрошенной молодью фиордов, полузамкнутых морских водоемов и использования их естественной кормовой базы.

Индустриальное производство морских рыб предполагает выращивание товарной рыбы в проточных бассейнах с интенсивным кормлением. Развитие этого метода ограничивают только затраты на строительство рыбоводных хозяйств и питомников по производству посадочного материала и наличие воды необходимого качества. Применяемые в настоящее время методы включают улучшение среды обитания (в том числе строительство искусственных рифов), создание специальных кормов и систем искусственного питания, перемещение популяций в более продуктивные районы и строительство инкубационных устройств, продуцирующих молодь, которую затем переносят в море. Таким образом, особенности биологии беспозвоночных применительно к товарной марикультуре позволяют говорить не только об увеличении численности животных, но и степени развития тех или иных органов. Можно выделить три основных типа водных систем, использующихся для марикультуры: **открытые, замкнутые и полузамкнутые**. В открытых системах продукцию получают в естественном водоеме, вмешательство человека в основном идет по пути повышения продуктивности. В полузамкнутых системах вода из природного водоема поступает в систему после предварительной обработки (или без таковой) и после прохождения через систему возвращается в водоем. В замкнутую систему вода подается один раз и далее не заменяется или заменяется через значительные промежутки времени.

Повышение уровня продуктивности беспозвоночных может выполняться тремя способами:

1. разведение,
2. улучшение среды обитания,
3. трансплантация (переселение).

#### Разведение

Метод включает искусственное получение молоди, а также выпуск ее в море или искусственную среду для нагула и естественного увеличения численности. Для обозначения процесса нагула молоди, в естественной среде в зарубежной литературе обычно используется термин «ранчирование» (от англ. ranch - фермерство, скотоводство). В нашей стране под этим термином обычно понимается выращивание рыбы в пресноводных водоемах. Ранчирование может вестись в нескольких вариантах, различающихся масштабами распространения животных и воздействия человека на среду. Соответственно, повышение продуктивности выращивания животных может достигаться как их переселением в районы, более богатые пищей, так и переводом на искусственную подкормку. Многих беспозвоночных можно выращивать из яиц до зрелости, однако, не смотря на возможность приспособить некоторые районы для разведения молоди, вряд ли в ближайшие годы будет выгодным подращивать ее до взрослого состояния.

#### Трансплантация

Процедура требует менее значительных капиталовложений и на современном этапе с успехом заменяет культивирование. Трансплантация морских ежей и рабов - вполне жизнеспособная альтернатива более дорогостоящей технике инкубирования молоди при культивировании. Участки моря с плохо развитой кормовой базой часто не дают возможности беспозвоночным достигать рыночных размеров.

#### Санитарная марикультура

Есть еще одно перспективное направление культивирования морских организмов - санитарная марикультура. Она основана на способности животных-фильтраторов пропускать через себя огромные количества морской воды, задерживая необходимые для питания ингредиенты, а вместе с ними и различные загрязнители (токсиканты, поллютанты), токсичные металлы (ТМ), радиоизотопы из ряда ТМ и химические соединения. Эти группы загрязнителей усваивают (ассимилируют) и морские водоросли, также получающие пищу непосредственно из морской среды. Не случайно бурых водорослей используют в качестве маркеров загрязнения среды ТМ. При достаточной плотности поселений, достигаемой с помощью искусственных рифов в загрязненных районах, эти организмы могут взять на себя львиную долю работы по очистке акваторий от искусственного загрязнения. Несколько лет назад группой специалистов Мурманского морского биологического института КНЦ РАН под руководством Г.М. Воскобойникова было показано, что фукусовые водоросли способны выживать в зоне повышенной концентрации нефтеуглеводородов вплоть до состояния так называемого «шоколадного мусса». Фукусовые эффективно поглощают эти соединения, (причем их содержание в водорослях повышается в 30 раз), и включают их в процессы метаболизма. Сейчас исследователи разрабатывают оптимальные конструкции искусственных рифов, которые, будучи засажены фукусовыми водорослями и установленными в местах возможного образования нефтяных пленок, станут надежными защитными сооружениями прибрежной среды.

Загрязнение водной среды различными отравляющими веществами - радиоактивными отходами, пестицидами, тяжелыми металлами, промышленными и бытовыми стоками и т. д. - отрицательно влияет на морскую флору и фауну. Объекты морской аквакультуры приурочены преимущественно к прибрежной зоне, которая в первую очередь и в наибольшей степени подвержена загрязнению. Например, в северной части Тихого океана почти полностью погибла морская трава зостера, являвшаяся основным субстратом для нереста сельди. По некоторым оценкам уже теперь в результате загрязнения биопродуктивность океана снизилась более чем на 10%, и это снижение преимущественно затронуло прибрежные зоны. Весьма значимо воздействуют на биопродуктивность прибрежных морских регионов различные гидротехнические сооружения. Так, под влиянием гидростроительства водный режим Аральского, Каспийского и Азовского морей существенно изменился - возросла соленость; изменился характер весеннего паводка. Все это привело к снижению численности традиционных для этих морей объектов.

Такого рода примеры свидетельствуют о большой чувствительности объектов морской аквакультуры к изменениям условий окружающей среды и о необходимости не только

предотвращения такого рода влияний, но и прогнозирования возможности их возникновения при проектировании и создании хозяйств морской аквакультуры. Однако многие объекты марикультуры способствуют очищению вод от загрязнения. Фильтрационные способности моллюсков приводят к снижению уровня загрязнения воды тяжелыми металлами, радиоактивными элементами и другими вредными веществами. Некоторые водоросли не только хорошо переносят повышенные уровни загрязнения, но и более интенсивно растут. Так, глациолария чувствует себя лучше в водах, загрязненных бытовыми и сельскохозяйственными сбросами, а зеленая водоросль кладофора способствует удалению избытка биогенов и препятствует, таким образом, эвтрофикации лагун.

### **7.3. Состояние и перспективы отечественной марикультуры.**

В 90-х годах прошлого века в России практически полностью были прекращены исследования по марикультуре. Существовавшие и уже работавшие хозяйства уничтожены или перепрофилированы, научные коллективы распались. Поэтому, когда пришло понимание ситуации с подрывом национальных ресурсов, для восстановления отрасли практически все надо было начинать сначала. К 1995 году снова появились сообщения об успешном проведении экспериментов по восстановлению запасов морского ежа и морской капусты. Подтверждена реальность применения достаточно простой технологии подращивания ежа, базирующейся на описанных выше приемах ранчирования с дополнительным улучшением кормовой базы за счет либо восстановления утраченных запасов морской капусты на путях миграции ежа, либо за счет ее завоза в места естественных или рукотворных скоплений. Наиболее рентабельными направлениями у нас в стране сейчас считаются донное выращивание морской капусты, а также сбор спата (осевших личинок) беспозвоночных на коллекторы с последующим подращиванием их в садках и товарным выращиванием стойких к внешним воздействиям особей приморского гребешка, мидии, устрицы, трепанга на донных плантациях, морских обитателей. В списке перспективных для культивирования объектов — водоросли грацилария и ундария, мидии, устрицы, морские ежи, трепанг, крабы. Причем сохранить два последних вида в водах Приморья и Сахалина можно только за счет использования искусственного воспроизводства. Для Камчатки в первую очередь проблемным видом на сегодня является камчатский краб. Все это требует значительных капиталовложений на уровне сотен миллионов долларов. Для сравнения приведем только одну цифру: в 2000 году капитальные вложения предприятий, активно занимавшихся организацией хозяйств марикультуры в Приморье, по данным Приморрыбвода составили около \$5 млн., в то время как приличный завод по воспроизводству молоди краба стоит примерно \$100 млн.

И еще один существенный момент: стоит ли заниматься всерьез марикультурой, если то сырье, что у нас еще есть, мы используем от силы на треть? Возьмем, к примеру, краба. Его мясо - источник ценного легко усваиваемого белка, так необходимого детям и старикам. Панцирь, особенно на конечностях, - отличное сырье для получения лучших по своим качествам хитина и хитозана, все шире используемых в медицине, например, для лечения больных

раком и остеохондрозом. Продукция из морского ежа и трепанга способна уберегать нас от инфарктов и инсультов, повышать качество жизни.

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Понятие «марикультура», краткая характеристика и история развития.
- 2) Основные объекты марикультуры.
- 3) Основные методы и способы выращивания объектов марикультуры.
- 4) Состояние и перспективы развития отечественной марикультуры.

#### **Список литературы**

##### *Основная*

1. **Антипова, Л. В.** Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А, Василенко, М. М. Данылиев - Лань , 2013 г. - 420 с.
2. **Власов, В.А.** Рыбоводство/ В.А. Власов – Лань, 2010. - 368с.
3. **Грищенко, Л.А.** Болезни рыб с основами рыбоводства/ Л.А.Грищенко, М.Р. Акбаев – КолосС – 2013 г – 480 с.
4. **Морузи, И.В.** Рыбоводство/ И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев - КолосС , 2010 г.-300 с.
5. **Привезенцев, Ю.А.**Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов- Мир, 2010 г.- 456 с.

##### *Дополнительная*

- 1.**Гримм, А.О.** Рыбоводство/ А.О. Грим – Книга по требованию, 2012 г.- 262с.
2. **Кох, В.С.** Рыбоводство/ В.С. Кох – Книга по требованию, 2012 г. – 218 с.
3. **Задорожная, Л.А.** Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы/ Л.А. Задорожная - Издательство: АСТ, Полиграфиздат, 2011 г.- 320 с.
4. **Привезенцев, Ю. А.** Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов – Мир, 2007 г -.456 с.

## Библиографический список

1. **Антипова, Л. В.** Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах / Л.В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А, Василенко, М. М. Данылиев - Лань , 2013 г. - 420 с.
2. **Власов, В.А.** Рыбоводство/ В.А. Власов – Лань, 2010. - 368с.
3. **Гримм, А.О.** Рыбоводство/ А.О. Грим – Книга по требованию, 2012 г.- 262с.
4. **Грищенко, Л.А.** Болезни рыб с основами рыбоводства/ Л.А.Грищенко, М.Р. Акбаев – КолосС – 2013 г – 480 с.
5. **Задорожная, Л.А.** Разведение рыбы, раков и домашней водоплавающей птицы/ Л.А. Задорожная - Издательство: АСТ, Полиграфиздат, 2011 г.- 320 с.
6. **Кох, В.С.** Рыбоводство/ В.С. Кох – Книга по требованию, 2012 г. – 218 с.
7. **Морузи, И.В.** Рыбоводство/ И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев - КолосС , 2010 г.-300 с.
8. **Привезенцев, Ю.А.**Рыбоводство/ Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов- Мир, 2010 г.- 456 с.

## Содержание

<b>Введение</b> .....	3
<b>Лекция 1. Современное состояние товарного рыбоводства и перспективы его развития.</b> .....	4
1.1.История возникновения товарного рыбоводства .....	4
1.2. Основные направления и формы товарного рыбоводства .....	5
1.3. Состояние и перспективы развития.....	7
Вопросы для самоконтроля .....	8
Список литературы .....	8
<b>Лекция 2. Методы интенсификации в товарном рыбоводстве.</b> .....	9
2.1. Методы комплексной интенсификации в рыбоводных хозяйствах.....	9
2.2. Кормление рыбы.....	9
Вопросы для самоконтроля .....	13
Список литературы .....	13
<b>Лекция 3. Холодноводное форелевое товарное рыбоводство</b> .....	14
3.1. Основные объекты разведения и товарного выращивания, их биологические особенности.....	14
3.2 Основные объекты форелеводства .....	14
Вопросы для самоконтроля .....	18
Список литературы .....	18
<b>Лекция 4. Основы индустриального рыбоводства.</b> .....	19
4.1. Понятие индустриального рыбоводства, его место в системе рыбного хозяйства, его формы и перспективы развития.....	19
4.2. Обеспечение оптимальных условий водной среды в рыбоводных емкостях.....	22
4.3. Качество воды в рыбоводных емкостях .....	23
Вопросы для самоконтроля .....	24
Список литературы .....	24
<b>Лекция 5. Озерное товарное рыбоводство</b> .....	25
5.1. Классификация озер. Обороты и методы ведения озерного хозяйства.....	25
5.2. Выращивание рыбопосадочного материала в озерах .....	30
5.3. Выращивание товарной рыбы .....	34
Вопросы для самоконтроля .....	35
Список литературы .....	35
<b>Лекция 6. Специальные виды товарного рыбоводства</b> .....	36
6.1.Выращивание рыб в посевах риса .....	36
6.2. Выращивание рыбы в «чеках водного пара».....	38
Вопросы для самоконтроля .....	40
Список литературы .....	40
<b>Лекция 7. Морская аквакультура</b> .....	41
7.1. Краткая характеристика и история развития марикультуры.....	41
7.2. Основные методы выращивания, применяемые в марикультуре.....	42
7. 3. Состояние и перспективы отечественной марикультуры. ....	46
Вопросы для самоконтроля .....	47
Список литературы .....	47
<b>Библиографический список</b> .....	48

