

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

Марикультура
краткий курс лекций
для студентов 1 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

Г15 Марикультура: краткий курс лекций для бакалавров 1 курса направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура», профиль подготовки «Аквакультура» / Сост.: И.А. Галатдинова // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 40 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «**Марикультура**» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для бакалавров направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Краткий курс лекций содержит материал о методах организации товарного морского рыбоводства, дана характеристика основных объектов марикультуры, методы их культивирования.

УДК 639.2/6(075.8)

ББК 47.2я73

Введение

Марикультура — одно из перспективных направлений аквакультуры.

Из 12 млн. т рыбы, беспозвоночных и водорослей, производимых ежегодно в марихозиях 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.

Марикультура рыб подразумевает применение высокоэффективных технологий производства молоди морских рыб в промышленных 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 промышленное 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 подрощенной молодью фиордов, полузамкнутых морских водоемов и использования их естественной кормовой базы.

Промышленное 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 выращивания рыб морская аквакультура предполагает культивирование моллюсков и водорослей, основанное на использовании естественной биологической продуктивности морских водоемов с применением сравнительно дешевых и простых технических устройств. Основные объекты культивирования – мидии, устрицы, гребешок, ламинария.

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.

Прудовый 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 прудовый 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. м². 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

Морская аквакультура

2.1. 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 Кореи 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 операции 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. Незрелость 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.

2.2. 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 промышленных 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 подрощенной 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, используемых 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.

2. 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 грацилярия 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 уберечь 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.

Лекция 3

Культивирование рыб в морской воде

3.1. Методы культивирования кефали

Общая характеристика. Кефали — преимущественно морские и солоноватоводные рыбы; в реках Индии, Мьянмы и Пакистана встречается пресноводный вид *Mugil carpsula*. Большинство видов кефали обитает в субтропической и тропической зонах. Максимальная длина кефалей 0,9 м. Эти рыбы отличаются высоким темпом роста, ценным мясом, относительно большой пластичностью по отношению к температуре и газовому режиму, обладают высокой плодовитостью. В Черном море обитают: лобан (*Mugil cephalus* L.), остронос (*Liza saliens* Risso), сингиль (*L. aurata* Risso) (рис. 1) и пиленгас (*Mugil so-iuy* Basilewsky).

Большинство кефалей питаются детритом, обрастаниями-перифитоном и слабо конкурируют в питании с другими видами рыб, поэтому играют важную роль в поликультуре прудов и других рыбохозяйственных водоемов.

Кефалевыносливые хозяйства существовали в Азово-Черноморском бассейне в течение многих столетий. Их общая площадь достигала 100 тыс. га (среди них Шаболатское, Тузловское, и др.). В настоящее время число и площадь хозяйств резко уменьшились, рыбопродуктивность снизилась до 5-15 кг/га по сравнению с 55-135 кг/га в довоенные и первые послевоенные годы. В хозяйствах выращивают заходящих в лиманы и лагуны перезимовавших в море годовиков, преимущественно сингиля, а также остроноса и лобана или отлавливаемую во время миграции молодь этих рыб. Осенью во время миграции в море рыб, достигших товарной массы, отлавливают. Кефалевые зимовально-лиманские комплексы двухлетнего цикла — новый тип хозяйства. Первое такое хозяйство создано на Шаболатском лимане Черного моря. Предпринята попытка перевести пастбищную аквакультуру кефалей в лиманах на двухлетний цикл с использованием преимущественно остроноса и лобана, отличающихся более быстрым ростом по сравнению с сингилем. Сеголетков вылавливают осенью в море, переводят в зимовальные комплексы и затем выращивают в лиманах совместно с сингилем.

Кефалевые хозяйства пастбищно-заводской аквакультуры пока в стадии проектирования. Но уже разрабатывается способ использования для пастбищной аквакультуры молоди, получаемой в заводских условиях от выловленных в море производителей кефали (по типу пастбищной аквакультуры осетровых рыб).

Кефале-карповые прудовые хозяйства основаны на выращивании выловленной в море молоди (сеголетков с последующей зимовкой в прудах и годовиков) в поликультуре с карпом и другими рыбами в обычных рыбоводных прудах.

Кефалевые прудо-садковые хозяйства специализируются на выращивании производителей и получении от них потомства в контролируемых условиях для зарыбления прудов и других водоемов.

В условиях умеренного климата, т. е. на большей части территории России и стран ближнего зарубежья, кефалеводство значительно отличается от такового в субтропической и тропической зонах, так как большинство видов кефали не выдерживает снижения температуры воды до 4-5 °С и погибает. Это относится и к наиболее распространенным видам черноморских кефалей — лобану, остроносу и сингилю, поэтому основной задачей товарного выращивания кефалей в зонах с умеренным климатом становится организация зимовки, в частности сеголетков остроноса и лобана, которые крупными стаями подходят к выходам пресной воды на побережье Черного моря, в порты и другие глубокие места, где и гибнут зимой.

Лобан и остронос. Молодь лобана и остроноса вылавливают осенью или запускают из моря и помещают в специальные зимовальные комплексы с артезианской водой,

устроенные чаще всего в модулях — крытых сборно-разборных многосекционных павильонах. Весной перезимовавшую молодь выпускают в лиманы или солоноватоводные рыбоводные пруды для дальнейшего выращивания до товарной массы.

Из аборигенных кефалей наиболее быстрорастущий и перспективный для рыбоводства в солоноватых водоемах вид кефали — лобан.

Производителей в Азово-Черноморском бассейне отлавливают в июне — августе во время их хода на нерест. Концентрируют в сетном садке, затем доставляют на базу, где сортируют, отбирая производителей на IV стадии зрелости. Далее их выдерживают в бассейнах размером 2 x 2 x 0,7 м.

Гонадотропин или гипофиз своего вида вводят в зависимости от размера рыбы в первые 24 ч после вылова из расчета 30 мг на 1 кг массы рыбы. Самцам вводят дробно $\frac{1}{2}$ дозы, самкам полную дозу однократно. У зрелой самки икру отцеживают или отбирают, вскрывая брюшную полость. Семенники берут только путем вскрытия самца, сперму процеживают в воду через марлю. «Мокрое» осеменение проводят в обычных полиэтиленовых тазах. Отмывка икры продолжается 15-20 мин, набухание — около 1,5-2 ч. Для инкубации отбирают икру, находящуюся во взвешенном состоянии в воде соленостью 17 ‰.

Икру инкубируют в аппаратах ВНИИПРХа при слабой аэрации или проточности либо в плоских 100-150 -литровых емкостях с обязательной аэрацией в течение 35 ч при температуре воды 23-24 °С. Личинок помещают в выростные емкости, в которые предварительно вносят морские одноклеточные водоросли — хлореллу или монохризис (из расчета 0,1-0,3 млн клеток на 1 мл).

Кормовые организмы — трохофоры мидий и коловраток — вносят в бассейны на 3-4 день после вылупления личинок. На 10-12 день после вылупления личинок в бассейны вносят однодневных науплий артемии (концентрация до 1 шт/мл). Позднее в течение всего периода выращивания личинок в рацион вводят естественный зоопланктон (науплиальные, копепоидные и взрослые формы акарции, гарпактикоидов и диаптомусов) с концентрацией до 1-2 шт/мл. Молодь лобана можно кормить рыбным или мидиевым фаршем в количестве 20-30 % средней массы рыбы.

Жизнестойкую молодь можно выращивать в солоноватоводных прудах или в береговых бассейнах, где ее кормят искусственными кормами. Подращивают молодь в спускаемых и неспускаемых прудах глубиной 30-40 см и площадью 0,1-0,5 га, богатых детритом и илом. Перед выпуском в пруд молодь предварительно акклиматизируют к условиям пруда и выращивают до наступления осеннего похолодания до 12-13 °С.

Для пересадки молоди на зимовку ее отлавливают 20-метровой мальковой волокушей или пруд спускают. Кефаль можно ловить ловушками из металлической сетки, которые устанавливают на вытоке из пруда.

В зимовалах с искусственным подогревом воды либо с подачей воды температурой 5-10 °С из родников или артезианских скважин кефаль подкармливают. В качестве корма используют фарш, рыбную или соевую муку, комбикорм, зерновую муку.

После зимовки годовиков выпускают самотеком (на ток теплой воды) в нагульный лиман либо используют для выращивания в поликультуре с карпом или растительноядными рыбами в солоновато- и пресноводных нагульных прудах площадью 0,5-1 га. Основным кормом служит детрит, но лобаны могут поедать зоопланктон и зообентос. В качестве искусственного корма используют карповый комбикорм из расчета 2-5 % массы тела.

При снижении температуры воды до 6-7 °С пруд спускают и кефаль отлавливают волокушей или ставными неводами. В районе каналов, соединяющих лиман с морем, кефаль ловят ставными сетями.

Пиленгас. Более эффективным может оказаться разведение и выращивание дальневосточной кефали — пиленгаса, который может зимовать и в солоноватоводных водоемах, и в рыбоводных прудах, расположенных в зонах с умеренным климатом

Формировать маточное стадо пиленгаса начали от поколения 1979 г., завезенного сеголетками из Амурского залива. Рыбу содержат в садках из безузловой дели, установленных на понтонных секциях, в искусственных прудах-карьерах на лимане глубиной 2,5-3,0 м, площадью около 1 га. Размеры садков 2 х 3 х 5 м, ячеи 3,6 мм для сеголетков и 6-16 мм для молоди старших возрастов. Летом ежемесячно (при необходимости 2 раза в месяц) рыбу пересаживают, а садки чистят от обрастаний.

Кормят пиленгаса пастообразным кормом, состоящим на 90 % из рыбного фарша и на 10 % из мучнистого комбикорма для сельскохозяйственных животных, а также гранулированными карповыми и форелевыми кормами. С ноября по апрель пиленгас не питается, начинают и завершают кормление при температуре 8-10 °С. Весной и осенью корм дают 1-2 раза в сутки в количестве, равном 10 % от нормы, летом - 4-5 раз в сутки. В другие сроки вносимый корм должен составлять для молоди до 30 %, для взрослых — до 20 % массы тела. При повышении температуры до 25 °С и снижении содержания кислорода до 3 мг/л кормление прекращают.

На зиму закрывают кормовые отверстия, а садки приглубляют на 70-100 см ниже уровня воды, делая лунки во льду. Отход за зиму рыб старших возрастов составляет 2%, молоди — 5-25 %. Высокая гибель отмечается после суровых зим.

Наибольший индивидуальный прирост массы зафиксирован на 3-4 году жизни — 320-515 г. На 5-6 году темп роста снижался. Самцы созревали на год раньше самок.

Первые производители созрели в 1984 г., овуляцию стимулировали гипофизами сазана, пиленгаса. Полученную икру оплодотворяли «полусухим» способом, разбавляя сперму морской водой, и инкубировали в воде соленостью 20-23 ‰.

Личинок кормили инфузориями, затем зоопланктоном (коловратками и др.), а на 14 сутки — мелким фаршем из мидий и креветок и кормом «Эквизо-1». На 30 сутки вполне сформировавшуюся молодь посадили в садки и кормили рыбным фаршем и искусственным кормом в соотношении 1:1. Молодь в прудах-карьерах росла лучше, чем в садках, и к осени достигла длины 14 см, средней массы 17 г, на 2-й год — 100 г. В результате было сформировано ремонтно-маточное стадо пиленгаса численностью 1600 шт.

3.2. Культивирование полосатого окуня

Полосатый окунь [*Morone saxatilis* (Walbaum)] — ценная эвригалинная промысловая рыба, завезенная на юг России и Украину из США в 60-70 годах XX в. для акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне и использования в качестве объекта интенсивного выращивания.

Полосатый окунь широко распространен вдоль побережья Атлантического океана в США, совершает миграции вдоль побережья; нерестится в реках, озерах и водохранилищах при температуре воды 12-23 °С. Икра и личинки выдерживают соленость до 16 ‰, сеголетки и взрослые рыбы — до 35 ‰.

Молодь питается зоопланктоном, а при длине 11 см — рыбой. В уловах средняя индивидуальная масса составляет 2,5-3 кг. В Азово-Черноморском бассейне масса двухлетков — 0,5-0,75 кг, трехлетков — 1,5-2, четырехлетков — более 2 кг.

В 1965 г. несколько партий сеголетков полосатого окуня выпустили в Азовское, Черное и Каспийское моря, а в 1968 г. стали выращивать в прудах рыбопитомника «Горячий Ключ». Несколько позднее отечественными учеными-рыбоводами была разработана методика воспроизводства и выращивания молоди этой рыбы (Темрюкский рыбопитомник Краснодарского края).

В качестве производителей используют пятилетних самок средней массой 2,1-2,8 кг и самцов массой 2,0-2,1 кг при температуре воды 18-20 °С. Для стимуляции созревания проводят ступенчатую инъекцию ацетонированного гипофиза карпа по 5,2-6 мг на 1 кг массы тела. При температуре 19,2-19,8 °С самки созревают за 39-49 ч. У впервые

созревших рыб абсолютная плодовитость достигает 263-486 тыс. икринок, рабочая — 114-149 тыс.

Самцам вводят суспензию гипофиза из расчета 1-2 мг на 1 кг массы тела, сперму получают через 18-23 ч. Разовый объем эякулята 16-37 мл.

Оплодотворенную икру помещают в аппараты Вейса. Выклев личинок происходит через 48-50 ч, выживаемость предличинок от икры — около 24 %, что связано, вероятно, с несовершенством устройства инкубационного аппарата для этой рыбы.

Длина предличинки 2,5-3,2 мм, средняя масса 1,2 мг. Через 5 суток при длине 6,2 мм плавательный пузырь начинает заполняться воздухом. В сетчатые садки из газа, где находятся личинки, в это время вносят живой корм — коловраток и мелких ветвистоусых ракообразных из расчета 50-70 экз. на личинку. Размеры корма в возрасте личинок 5-8 суток — 170-220 мкм, 9-14 суток — 250-700, 15-30 суток — 800-1000 мкм. Через 30 суток при единичной массе 115 мг и длине около 20 мм личинок пересаживают в пруды. За 150 суток прудового выращивания средняя масса сеголетков составила 11,3 г, выживаемость — 80 %.

Оплодотворенную икру можно получать и в результате нереста проинъецированных производителей в пластиковых или бетонных круглых бассейнах. Нерест происходит через 2 суток и длится 3-4 ч. Икру из бассейнов отбирают марлевыми сачками и помещают в аппарат Вейса по 150-200 тыс. икринок на аппарат. Температура воды при инкубации не должна превышать 22 °С. Предличинок выдерживают в лотках без проточности 2-3 суток, плотность посадки 50 тыс. шт/м³. На 4-5 сутки вносят науплий артемии салина, через 10 дней после выклева — зоопланктон разных видов. Молодь в пруды выпускают на 13-15 сутки с плотностью посадки 1 млн шт/га, разрежая и сортируя постепенно до 30 тыс. шт/га.

При транспортировании в полиэтиленовых пакетах с кислородом плотность посадки мальков средней массой 3-6 г составляет 200 шт. на пакет, сеголетков средней массой 30-40 г — по 20-40 шт. на пакет.

Полосатый окунь представляет собой перспективный объект пастбищной аквакультуры в естественных и искусственных водоемах комплексного назначения в качестве добавочной рыбы в рыбоводных прудах. Он обладает ценным мясом, пригодным для изготовления балычных изделий.

В последние годы полосатый окунь все шире используется в качестве объекта марикультуры для выращивания в установленных в море сетчатых садках.

При выращивании в прудах при монокультуре масса двухлетков достигает 0,5 кг, трехлетков — 1,0-1,5, четырехлетков — 2,0-2,5, пятилетков — 3,0-3,5, шестилетков — 3,5-6,0 кг.

3.3. Культивирование белого морского окуня

Белый морской окунь [*Lates calcorifer* (Bloch)] обитает в прибрежных морских и солоноватых водах Африки, Южной Азии и Австралии. Достигает в длину 150-170 см (известны экземпляры длиной до 2 м) и средней массы 130 кг. Рыба высоко поднимается в реки. В уловах чаще встречаются окуни длиной 0,5 м и средней массой примерно 10-15 кг. У белого морского окуня приплюснутая сверху голова и выступающая нижняя челюсть. Тело высокое, анальный плавник короткий, лопасть хвостового плавника закруглена. Очень ценится за вкусное мясо.

Белого морского окуня разводят в Индии в Бенгальском заливе, а в Таиланде, Вьетнаме и Индонезии — в прудах и садках с пресной водой. Молодь отлавливают в августе — сентябре в речках и лагунах. Питается окунь в толще воды, что делает его перспективным объектом при выращивании в морских садках. На глубине охотно потребляет ракообразных, моллюсков, червей и рыбу. При выращивании рыбу

необходимо сортировать для предотвращения каннибализма. Нельзя выращивать окуня вместе с креветками. За первый год окунь вырастает до 30 см, средняя масса 500 г.

3.4. Хильса

Резкое снижение запасов сельдевых, особенно в Волго-Каспийском бассейне, Дальневосточном и Северо-Западном регионах России, делает актуальным их выращивание в искусственной среде. В России выращивание сельдей пока не вышло за рамки эксперимента.

В мире известен опыт промышленного выращивания хильсы *Tenualosa ilisha* из Ганга (Индия). Этот анадромный вид обитает вдоль побережья Бенгальского залива от Индии до Мьянмы. Длина взрослых особей 35-45 см, созревает в возрасте 1+ при длине 30 см. Максимальная длина особи самки 60 см, средняя масса 2,5 кг; самец длиной до 43 см, средняя масса 0,7 кг. Славится высокой жирностью мяса. В Ганге нерестовый ход наблюдается с февраля — марта по октябрь — ноябрь.

Питаются хильсы планктоном, живут 5-7 лет; ежегодный прирост с 2 до 6 лет составляет 6,4; 3,2 и 2 см соответственно годам. Нерест отмечается при температуре 20-31 °С, рН 7,4-8,6.

Для проведения искусственного нереста производителей хильсы отлавливают в реках. Икру отцеживают и оплодотворяют «мокрым» способом. Рабочая плодовитость — 100 тыс. икринок, развитие при 25 °С длится 18 ч. Выживаемость в инкубационном аппарате Вейса вместимостью 3 л — 85-95 %. Оплодотворенные икринки прозрачны, неклеякие, легко поднимаются в воде даже при небольшом течении.

Эмбрион хильсы проходит 16 стадий развития. Уже на 3-й день личинки длиной 4,1 мм активно плавают; их подращивают на мелком зоопланктоне в садках. Выживаемость 30-50 %.

Индийские ученые считают перспективным выращивание хильсы в крупных водоемах в течение 2-3 лет.

3.5. Методы культивирования желтохвоста и лакедры

Два близкородственных вида — желтохвост (*Seriola quinque-radiata*) и золотистая лакедра (*S. aureovittata*) имеют сходные биологию и технологию выращивания. Обе рыбы встречаются у нас на Дальнем Востоке, их широко культивируют в странах Японского и Восточно-Китайского морей, особенно в Японии. Длина желтохвоста до 1 м, средняя масса 25 кг, лакедры соответственно — до 2 м и 50 кг. Эти рыбы нерестятся при 18-24 °С; икра диаметром 1,2 мм плавает на поверхности воды. Развитие эмбрионов длится около 3 суток. Всего из рода сериол известно 10 видов рыб. Это сравнительно теплолюбивые морские хищные рыбы. Тело у них торпедообразное, слегка сжатое с боков. Желтохвост очень популярен в Японии, где реализуется около 30 тыс. т, чаще в виде фарша под названием бурий.

Для выращивания желтохвоста и лакедры используют участки моря, отгороженные глухими плотиками или сеткой. Перспективно его содержание в плавучих и погруженных сетчатых садках в районах сброса теплых вод ГРЭС и АЭС.

Личинок и мальков длиной 1,5-3 см отлавливают в конце апреля — начале мая в теплом течении Курошио кошельковым мелкоячеистым неводом (по лицензии). Для предотвращения каннибализма отловленных личинок сортируют и рассаживают в плавучие садки из нейлона или капронового сита площадью до 50 м² и глубиной до 1-3 м. Проблем с дефицитом кислорода в садках не возникает. Плотность посадки зависит от размера молоди и глубины садков, составляя в среднем 0,1-2 тыс. шт/м². Продолжительность выращивания 1 год. Оптимальная температура 18-29 °С. При температуре 15 °С рост рыб прекращается, гибель наступает при 9 °С. Оптимальная соленость не выше 16-18 ‰.

Товарную рыбу выращивают как в лагунах, так и в сетчатых садках площадью 30-100 м² и глубиной 3-6 м. Плотность посадки 40- 100 шт/м².

Корм — фарш из малоценной рыбы или комбикорм, в котором 70 % составляет рыбная мука. Добавляют премикс, витамины и другие компоненты. Лучший режим кормления — двухразовый: в 1.⁰⁰ и 14.⁰⁰ ч. В июне масса молоди составляет 10-50 г, а в декабре рыба весит уже 1,0-1,5 кг. Выживаемость — более 50 %. Если позволяет температура, то для получения товарной рыбы массой 2-3 кг достаточно еще 2-3 мес.

В отгороженных участках моря глубиной 10-15 м за 6-12 месяцев средняя масса рыбы в декабре составляет 1-2 кг. Подкармливать мальков начинают, когда они достигнут единичной массы 3г (май — июнь), а к августу масса увеличивается до 0,5-1 кг.

Болезни и паразиты — обычное явление у всех сериол. В садках у рыбы обнаруживается бактериальное заболевание типа вибриозиса с симптомами, сходными с холерой. Для лечения применяют антибиотики и сульфамидные препараты, вносимые с кормом. Встречаются паразиты — червь *Bendenia seriolae* и трематода *Axine heterocerca*. С первым борются при помощи пресноводных ванн (3-5 мин через 10 суток), со вторым — солевых ванн (до 100 % в течение 2-4 мин).

3.6. Культивирование фугу

Фугу (*Fugu rubripes*, *F. niphobles*, *F. vermicularis*) (рис. 2.) обитают в умеренной зоне, нетеплолюбивы, высоко ценятся в Японии, Корее и Китае. Содержащийся в их теле яд — тетродотоксин — в несколько раз сильнее цианистого калия, но рыба, очищенная от кожи, брюшины и должным образом приготовленная, высоко ценится гурманами. Повара, допускаемые к приготовлению фугу, должны иметь специальный диплом.

Производителей фугу отбирают в мае — июне из промысловых уловов. Плодовитость 300-500 тыс. икринок. Икру оплодотворяют непосредственно на промысловых судах «мокрым» способом путем обычного отцеживания икры и молок. Выживаемость эмбрионов обычно очень велика и составляет 90-95 %.

После набухания икру в простых полиэтиленовых мешках с морской водой (50 тыс. шт/л) перевозят в инкубационные цехи, где доинкубируют в проточных бассейнах при плотности посадки 5-10 тыс. шт/л и температуре около 20 °С. Выклев личинок происходит через 10 суток и составляет 40- 60 %. В первые 7 суток личинок необходимо держать в воде без проточности, позже — с водообменом до 8 раз в сутки. Личинок подращивают при плотности посадки до 100 шт/л в емкостях вместимостью от 5 л при температуре 17-20 °С. Личинки с трудом переходят на смешанное питание, в этот период отход может достигать 90 %. Начиная с 7 суток при длине личинки 3,5-4 мм кормом служат науплии балянуса (100 шт/л). С 10-11 суток добавляют науплии артемии. Через 2-3 недели начинают добавлять (3-4 раза в сутки) рыбный фарш. Месячная молодь размером 25 мм и единичной массой 3 г переходит на этот корм полностью.

Выращивают товарную фугу в прудах и плавучих садках при 14-20°С, содержании кислорода не менее 4мг/л и солености 20-24 ‰. Плотность содержания в прудах 0,05 кг/м³, в садках — 0,08 кг/м³.

Кормом служит малоценная нежирная свежая рыба. Режим кормления — 2-4 раза в сутки. Кормовой коэффициент — около 4. Фугу растет медленно. Через 18 месяцев она достигает средней массы 1 кг, а через 28 месяцев — 2 кг. Выживаемость товарной рыбы — до 70 %.

Из болезней наиболее распространены вибриоз, ихтиофтириоз.

3.7. Тай

Морских рыб красного тая (*Chrysophrys major*) и черного тая (*Mylio macrocephalus*) благодаря высокой пищевой ценности культивируют в Японии в промышленных масштабах.

Красный тай — обязательная рыба на столе японцев в дни семейных торжеств. Разработана технология его искусственного воспроизводства. Производителей красного тая отлавливают в море. У созревших рыб в апреле — мае хорошо развит половой диморфизм. Самцы темнее самок, голова более заострена. Икру отцеживают прямо на борту судна и оплодотворяют «сухим» способом. После отмывки оплодотворенную икру осторожно доставляют в инкубационные цехи, предохраняя от прямых солнечных лучей и встряхивания. Икру размещают в бассейнах размером 2 x 1 x 1 м с проточной морской водой соленостью 34 ‰.

Личинок подращивают в больших бассейнах (5 x 1 x 1 м), вода в которые поступает через песчаные фильтры для предотвращения попадания с ней крупного зоопланктона. На активное питание копеподами красный тай переходит в возрасте 5-10 суток, после чего он потребляет науплии артемии.

Личинки диаметром 10 мм в возрасте около 20 суток переходят на донный образ жизни, потребляя полихет, муку из креветок; мальков длиной 2-3 см начинают кормить фаршем нежирной рыбы.

Рыба очень чувствительна к загрязнению воды, поэтому требуется методичный контроль за соблюдением ее качества.

Товарную рыбу выращивают в садках, кормят фаршем или гранулированными кормами. Товарной массы красный тай достигает через 12-8 месяцев.

Черный тай — более жизнеспособная рыба, чем красный. Нерестится в искусственных условиях, перспективна для фермерской марикультуры на Дальнем Востоке.

Производителей отлавливают в апреле — июне на удочки и помещают в бассейны с замкнутой системой циркуляции воды. Соленость для нереста должна быть 25-33 ‰, температура — 20 °С. Самцы созревают в бассейнах без инъекции, самок инъецируют синагорином, созревание происходит через 40-50 ч после инъекции. Икру отцеживают в тазы и сразу оплодотворяют «сухим» или «мокрым» способом. Инкубацию икры и подращивание личинок проводят в одних и тех же бассейнах (плотность посадки 3-10 тыс. шт/м²), разделенных на несколько сообщающихся при необходимости секций, что позволяет содержать икру в постоянно чистой воде. Выклев происходит через 40 ч.

Чтобы облегчить личинкам поиск корма, ускорить подращивание, бассейны ярко освещают. При подращивании глубина бассейна составляет 0,7 м. На 2-й день после выклева личинки переходят на смешанное питание, желточный мешок рассасывается на 3-й день. Подращивание длится 35-40 суток, после чего молодь зарыбляют водоемы и садки.

3.8. Лаврак и дорада

Обыкновенный лаврак — [*Morone (Dicentrarchus) labrax*] (рис. 3.) обитает в Атлантике, включая Средиземное и Черное моря. Тело удлинненное; колючая и мягкая части спинного плавника разделены промежутком. На жаберной крышке темное пятно; брюшные плавники вооружены колючками. Затылок и голова с боков покрыты чешуей. Лаврак — стайная рыба, хищник, питается мелкой рыбешкой и креветками. Нерестится у берегов в опресненной зоне, выметывая пелагическую икру диаметром 1,1 мм с большой жировой каплей. Мясо лаврака очень вкусное, поэтому его активно разводят, особенно во Франции и других странах Средиземноморья. Достигает длины более 1 м и средней массы 10-12 кг.

На втором году масса лаврака составляет 0,2 кг. Он пользуется спросом на рынке из-за невысокой цены, хорошего вкуса и запаха, его легко разделять (выход филе 40 ‰), пригоден для различных способов переработки (соления, копчения и т. д.).

Не требуя особых условий содержания, лаврак может стать перспективным объектом выращивания. Помещенных в бассейны рыб передерживают и проводят естественный нерест. Для этого их инъецируют гонадотропином в дозах 800-1000 МЕ на 1 кг массы

тела. Самцы созревают без инъекции. Потомство получают в январе как экологическим способом, провоцируя естественный нерест в бассейне, так и искусственным — путем выдавливания созревшей икры (возможно, и после гипофизарной инъекции) и осеменения икры спермой «сухим» способом.

Инкубацию икры, которая длится 90-100 ч, проводят как в бассейнах, так и в аппаратах. Обычно применяют емкости объемом 2 м³, обеспеченные теплой и холодной водой, а также аэратором.

Личинок подращивают в тех же или большего объема (10 м³) емкостях при начальной плотности посадки 20-100 шт/л и интенсивном водообмене в течение 45-70 суток. Кормят личинок лаврака в указанный период только живым кормом — зоопланктоном; позже он может потреблять неподвижный корм.

Коловраток и артемию культивируют в инкубационном цехе специально для подращивания личинок. Первых содержат на водорослях, пекарских дрожжах и т. д., вторых кормят комбикормом на основе пивных дрожжей, жиров и витаминов.

Бассейны для подращивания представляют собой пластиковые или бетонные емкости цилиндрической формы длиной 0,5-1 м с тангенциальным поступлением воды (т. е. под углом, обеспечивающим вращательное движение воды) и центральным вытоком. В таких же бассейнах выращивают и товарную рыбу.

Для подращивания и товарного выращивания лаврака используют также сетчатые садки из дели, подвешенные на понтонах, либо погруженные садки, прикрепленные якорями. Выращивание в садках выгоднее, так как не требует больших затрат на бассейны, насосные станции и другие сооружения.

Для предотвращения каннибализма рыбу необходимо регулярно сортировать. Товарной массы (250 г) она достигает в теплой (средиземноморской) воде в течение 20 месяцев при плотности выращивания 20-25 кг/м³. Разница в массе единичных особей может достигать 150 г.

Наиболее низкая температура воды 11 °С, максимальная — 25 °С, средняя — 18 °С. Лаврака выращивают также в лагунах, куда рыбу вселяют, или она пассивно заходит с моря в период миграции в марте — июне, длина мальков 5-10 см.

В прудах (соленость 0,5-18 ‰, рН 7,1-8,5) лаврака начинают выращивать при длине 20 см, массе 80 г, температуре 8-31 °С и плотности до 2 тыс. шт/га. Выживаемость рыб средней массой 200-300 г составляет 40-50 %.

Д о р а д а, или **а у р а т а** (*Spams aurata*), по технологии выращивания близка к лавраку, распространена в Атлантике и Средиземном море, заходит в Черное море. Это крупная рыба: достигает в длину 50-60 см, средняя масса 10 кг (рис. 4). Обладая мощными челюстями, дорада питается моллюсками, а также ракообразными, каракатицами, рыбой. Держится у гранитных крутых берегов.

Во Франции, Италии и других странах Средиземноморья дорада ценится за вкусное мясо. Она может стать перспективным объектом марикультуры и в России. Эта рыба заходит в морские лиманы и лагуны Италии, где ее отлавливают и затем выращивают до товарной массы. Искусственное воспроизводство дорады во Франции осуществляют осенью по такой же схеме, как и лаврака. Продолжительность инкубации икры 90-100 ч. Все остальные рыбоводные процессы идентичны. За двухлетний период выращивания рыба достигает средней массы 250-300 г.

Известна интересная особенность дорады. Эта рыба — гермафродит, т. е. половые железы одновременно могут быть и мужскими, и женскими. При этом вначале одна часть железы созревает как женская, давая икру, после чего вторая часть железы превращается в семенник.

3.9. Камбалы

Наиболее ценные среди камбал — морская камбала, морской язык, палтус, тюрбо и др. Камбал стали разводить еще в XX в. В Англии при солености 35 ‰ выращивают морского языка (*Solea solea*), тюрбо (*Scophthalmus maximus*) и малоротую камбалу (*Microstomus kitt*).

Черноморская камбала-калкан (*Scophthalmus malticus*) распространена в Черном и Азовском морях до глубины 100 м, часто заходит в дельты рек, достигает длины 80 см и единичной массы 15 кг (рис. 5). Самки созревают в 5-11 лет, самцы — раньше самок на 2-3 года. Нерест при температуре 8-12 °С длится с марта — апреля до июля. Производителей отлавливают в море. Нерест проводят в бассейнах размером 4 м², глубиной 1,2 м, с морской водой. Отнерестившихся производителей отлавливают, оплодотворенную икру собирают для доинкубации в лотки размером 5х1,2х1,2 м, в которые помещают 30-40 тыс. икринок. При 6 °С инкубация икры длится около 20 суток.

Выклюнувшиеся личинки малоактивны, в возрасте 2 суток начинают сокращаться желточной мешок и жировая капля и личинка начинает плавать спиной вверх. Отрицательная реакция на свет проявляется в момент пигментации глаз. Личинки скапливаются в затененных местах. При переходе на смешанное питание возможен максимальный отход — до 50 %. В садках или замкнутой системе личинок с возраста 2-3 суток содержат с плотностью до 30-50 шт/л при температуре около 20 °С. При переходе на внешнее питание активность личинок усиливается, они интенсивно поедают корм, держатся в освещенной зоне. Кормом служит мелкий зоопланктон, а на 10-11 сутки — науплии артемии салина. На 15-16 сутки длина личинок достигает 6-7 мм, единичная масса — 3-4 мг. С этого периода за 4-5 суток личинки занимают горизонтальное положение с обращенной вниз правой стороной. Правый глаз перемещается на левую сторону головы, заканчивается формирование скелета и непарных плавников. В этот период наблюдается повышенный отход, который объясняется сложными процессами перестройки организма. По завершении анатомической перестройки тела в возрасте 20-25 суток личинки достигают длины 12 мм и единичной массы 30 мг. Плотность содержания уменьшают до 0,5-1 шт/л при температуре 20-23 °С и солености 18‰. За 50-60 суток в бассейне объемом 1 м³ с редкой сменой воды через фильтры при температуре 17-25 °С мальки достигают массы 1,5-2 г. Плотность посадки к концу выращивания — 1 тыс. шт/м³, количество задаваемого корма составляет 30-40 % массы тела, выживаемость — 20 %. В дальнейшем камбалу выращивают в бассейнах, прудах или изолированных лиманах, лагунах при солености 16-18 ‰ и выше. В удобряемых прудах камбала растет в 3-4 раза быстрее, чем в неудодряемых.

Тюрбо (*Scophthalmus maximus*) — один из ценных видов камбалы в Европе (рис. 6). Ежегодно в мире потребляется около 10 тыс. т тюрбо, из которых около 300 т выращивают фермеры в заливах.

Нерест проводят в бассейнах площадью 4 м² и глубиной 1,2 м при температуре 12 °С. Икру после нереста собирают и инкубируют при температуре до 12 °С в лотках с плотностью 30-40 тыс. зародышей на лоток размером 5х1х1,2 м. Выклюнувшихся личинок вселяют в закрытые заливы, в которых их выживаемость составляет 50 %. При выращивании в бассейнах выживаемость несколько выше — 60 %. Товарную рыбу выращивают также в круглых бетонных бассейнах с морской водой. Кормом служат влажные гранулы, изготовленные из рыбы и муки или нежирной рыбы; кормовой коэффициент на сухую массу — 0,6-0,7, на сырую — 2-4.

Для получения рыбы товарной массой 500 г за 260 суток необходима температура 17 °С. При более низкой температуре (11-14 °С) сроки выращивания увеличиваются в несколько раз. За 2 года тюрбо выращивают от малька массой 10 г до товарной рыбы массой 2,8 кг.

Из болезней тюрбо наиболее опасен вибриоз, известны бактериальные и вирусные заболевания.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Виды рыб, культивируемых в морской воде
- 2) Культивирование кефали, полосатого окуня, белого морского окуня.
- 3) Культивирование хильсы, желтохвоста и лакедры.
- 4) Фугу, тай, лаврак и дорада.
- 5) Разведение камбаловых.

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

Культивирование иглокожих

К типу иглокожих (Echinodermata) относится древняя группа типично морских беспозвоночных с оригинальной формой тела, напоминающей звезду (морские звезды), цветок (морские лилии и горгоны), шар (морские ежи), огурец (голотурии) и др. Некоторые виды иглокожих являются объектами промысла и культивирования.

4.1. Голотурии

Голотурии (Holothurioidea) широко распространены в Мировом океане. Многие виды голотурий (преимущественно тропические) являются объектами промысла, например *трепанг*, которому издавна приписывают помимо гастрономических и лечебные свойства. Тело трепанга — это мускулистый мешок, в мышцах которого отсутствуют известковые пластинки (спикулы), что делает трепанга особо ценным пищевым объектом. По форме тела трепанг (рис. 7) в спокойном состоянии напоминает крупных червей, но при раздражении тело сокращается и становится шарообразным.

Промысел голотурий ведется очень интенсивно, мировой среднегодовой вылов составляет около 15 тыс. т. В пищу употребляют в сыром виде икру, легкие, а кожно-мышечный мешок голотурий варят, сушат и коптят. Из сушеной голотурии готовят супы, рагу и др.

В последние годы голотурии привлекли внимание фармакологов и биохимиков, так как в них были обнаружены тритерпеновые гликозиды — химические соединения, обладающие высокой биологической активностью. Эти вещества оказывают антигрибное, антиопухолевое, нейротропное действия и могут найти применение в медицине в качестве нейромышечных и хемотерапевтических антираковых препаратов.

На Дальнем Востоке выращивают дальневосточную голотурию — *трепанга* (*Sfichapus japonicus*) по методу, разработанному специалистами ТИНРО.

Ареал дальневосточного трепанга простирается от Южного Сахалина и Курильских островов на юг до Сянгана (Китай). Особенно много трепанга в прибрежной зоне Сахалина, Приморье, в заливе Петра Великого и в Желтом море. Обитает он на глубинах от 1 до 25 м, а наиболее многочислен (до 4 шт/м²) на глубинах 3-4 м, в защищенных от штормов бухтах, предпочитает илесто-песчаные грунты, расположенные рядом с каменистыми россыпями, зарослями морской травы. Часто встречается в биоценозах мидий и других донных животных.

Трепанг интенсивно питается зимой и весной при температурах 4-16 °С перед нерестом, а также после нереста и спячки — осенью, со второй половины сентября по ноябрь. Однако непосредственно перед нерестом интенсивность питания значительно снижается. Питается трепанг детритом, илестыми частицами, поглощая и пропуская через кишечник огромные массы ила.

Трепанг — раздельнополое животное, но половой диморфизм не выражен. Нерест в зависимости от наступления нерестовой температуры (18-19°C) протекает с конца июня до середины июля. Оплодотворение яиц наружное, тип развития пелагический. После оплодотворения и дробления яиц, которое длится 18-22 ч, образуется свободноплавающая личинка - *аурикулярия*, переходящая в *доллиолярию* и затем *пятищупальцевую пентактулу*. Длина личинок 200-500 мкм (рис. 7).

Трудности культивирования трепанга связаны со сложностью получения и выращивания личинок до стадии оседания в искусственных условиях. Для успешного завершения пелагического периода развития личинок необходимы бассейны с регулируемые параметрами среды. Кроме того, ко времени появления личинок необходимо подготовить культуры микроводорослей для своевременного обеспечения личинок кормом.

Производителей перед нерестом отлавливают в море, рассаживают в аквариумы по 8-10 так, чтобы в одном аквариуме находились самцы и самки. Производителей содержат в морской воде соленостью 30-36 ‰, при 80-90%-ном насыщении воды кислородом и естественной температуре морской воды. Затем для стимуляции нереста температуру среды постепенно (на 1-2 °С в сутки) повышают до 25 °С. При соблюдении этих условий все яйца оплодотворяются и нормально развиваются, отход составляет 3-10 %. При переходе на стадию предаурикулярии около 60 % личинок погибает, выход осевшей молоди составляет 5-10 % количества аурикулярий.

После нереста трепанг впадает в спячку примерно на 15-20 суток. В это время он не питается и остается почти неподвижным, затем начинает снова двигаться и питаться.

Личинок выращивают при плотности посадки 0,5-1 тыс. шт/л, температуре 21-23 °С и солености выше 29 ‰. Личинки начинают питаться через 2 суток. Корм — микроводоросли (нефрохлорис, монохризис), концентрация которых должна составлять 50-100 тыс. клеток на 1мл. Для личинок старших возрастов — доллиолярий — пригодны и более крупные водоросли (дуналиелла, гимнодиниум).

На всех стадиях развития в корм личинок необходимо добавлять бактерии, дрожжи и растворенные органические вещества.

Осевших личинок и молодь массой около 200 мг, длиной 2-3 мм в течение месяца кормят детритом фито- и зоогенного происхождения. После того как трепанг достигает длины 5-7 мм, его целесообразно выращивать на грунте в море, где он переходит на питание детритом. Продолжать выращивать его в садках очень сложно, а содержание в бассейнах на берегу на искусственном корме требует больших затрат.

Рост и питание молоди трепанга в отгороженных участках моря продолжают всю зиму. Годовики в естественных условиях вырастают до 15-20 мм.

4.2. Морские ежи

Морские ежи — ценный промысловый объект. Икра морских ежей — высококачественный пищевой продукт, в состав которого входят необходимые для организма человека ценные питательные вещества.

В настоящее время интенсивный промысел морских ежей ведется как за рубежом, так и у нас на Дальнем Востоке. За рубежом это обоснованное сочетание изъятия и воспроизводства, в нашей стране — только изъятие. В Японии для восполнения популяции молодь морских ежей собирают прямо со дна или выставляют в море специальные коллекторы. Затем молодь помещают в садки, в которые одновременно закладывают бурые и зеленые водоросли, которыми ежи питаются. Кроме того, они потребляют детрит и обрастания.

Садки осматривают 2-6 раз в год. За год отход в садках не превышает 20 % и зависит от плотности посадки ежей. Оптимальной плотностью посадки считается 100 шт/м² в возрасте до двух лет и 40-60шт/м² в возрасте свыше двух лет. Садки размещают в хорошо прогреваемых бухтах с чистой водой. Продолжительность искусственного выращивания морских ежей в садках до промыслового размера 4 года.

Разработанный в ТИНРО-центре метод искусственного воспроизводства (рис.9) позволяет получать молодь морского черного ежа *Strongilocentrotus nudus* жизнестойких стадий в любое время года.

Черный морской еж предпочитает обитать на глубине 40 м, но встречается и на глубине до 180 м. Распространен в заливе Петра Великого, у острова Сахалин, у полуострова Камчатка, в Желтом море.

Гонады морских ежей перед нерестом весят 20-30 г. Диаметр панциря у этих животных 65-85 мм.

В заливе Посьета ежи нерестятся с мая по октябрь и с июля по август. Личинки начинают оседать с конца июля — начала сентября. К ноябрю оседание личинок заканчивается. Сеголетки растут медленно и в возрасте одного года у вида

Strongilocentrotus intermedius средний диаметр панциря 0,65 см, масса 0,16 г, а у вида *S. nudus* — соответственно 1,5 см и 2,3 г. Наиболее интенсивно ежи растут в июле — сентябре. Зимой рост замедляется. Половозрелость наступает в возрасте трех лет при массе 34-45 г.

В прибрежных районах Баренцева моря морской еж нерестится только один раз в году. Массовый нерест морского ежа в побережье Мурмана проходит в зимне-весенний период. Созревание и нерест *S. droebachiensis* в Белом море происходят позже — с середины июня до середины июля (после таяния льда в мае — июне).

Во всех перечисленных частях ареала так же, как и в Баренцевом море, *S. droebachiensis* в течение годового цикла нерестится только один раз.

На протяжении почти всего ареала размножение морского ежа протекает в одно и то же время года — между февралем и началом мая, несмотря на весьма широкий температурный диапазон — 1-10 °С.

Для иглокожих характерна пятилучевая симметрия (т. е. их тело можно радиально разделить на пять равных частей); отсутствие головы и выделительных органов; децентрализованная нервная система и отсутствие головного мозга.

Морской еж питается в течение всего года, однако интенсивность питания высока в период с марта по август, после сентября она начинает снижаться.

Для роста взрослых ежей наиболее благоприятная температура воды 15-24 °С. Нерест этих животных у берегов Приморья приходится на июль — август.

Для воспроизводства морских ежей в Японии широко используют коллекторный сбор молоди с последующим выпуском ее в естественные биотопы. Целесообразным считают получение молоди в искусственных условиях с дальнейшим подращиванием ее в садках и высевом в район промысловых участков.

Жизненный цикл. Включает в себя следующие стадии: планктонную (эмбриональное и личиночное развитие), прикрепленную (развитие и рост спата на субстрате) и свободноподвижную (обитание на грунте). В ходе раннего онтогенеза последовательно происходит смена стадий развития: бластула, гастрюла, плутеус I стадии, плутеус II, плутеус III стадии, метаморфоз.

Средняя продолжительность жизни черного морского ежа 15 лет, обычные размеры промысловых ежей 60-70 мм.

Особенность размножения морского ежа необходимо знать для правильной заготовки производителей.

Размножение. Черный морской еж — раздельнополый вид. Половой зрелости достигает при диаметре панциря 40-45 мм. Плодовитость особей с диаметром панциря от 60 до 75 мм достигает 20-25 млн яйцеклеток. В период нереста пол животного можно определить визуально. У самок гонады желтоватого цвета, при вскрытии стенки из протоков выступают яйцеклетки бледно-желтого цвета. Гонада самца белесая, при вскрытии протоков спермии белого цвета. Как у самок, так и у самцов железы состоят из большого числа разветвленных протоков, связанных с ацинусами.

Половой цикл черного морского ежа — сложный, многоступенчатый процесс, который зависит от биотических и абиотических факторов среды. Температура при этом играет ведущую роль. Каждый этап гаметогенеза приурочен к определенным температурным периодам.

Нерест его приходится на середину июля — конец августа и происходит при температуре 19-22 °С. Активное развитие половых клеток отмечено со второй половины октября и до конца декабря. Гистологическая картина в январе свидетельствует о прекращении роста половых клеток. У самок наблюдается резорбция ооцитов, тогда как у самцов резорбция гамет в зимнее время обычно не выражена. В феврале — марте происходит активация гаметогенеза. У самок в конце марта — апреле в железе содержатся все генерации половых клеток, но преобладают ооциты на стадии большого

протоплазматического роста, у самцов — сперматоциты 1-го порядка. В мае — июне гаметы созревают, в июле начинается нерест.

Стадии зрелости гонад у морского ежа. В репродуктивном цикле морского ежа выделены несколько стадий зрелости гонад, каждой из которых присущи свои отличительные морфофункциональные признаки (табл. 1).

Эмбриогенез. Проникновение спермия в яйцо происходит довольно быстро. При этом наблюдается кортикальная реакция, в результате которой за 3-5с образуется гомогенная и бесцветная оболочка оплодотворения. На ее поверхности еще некоторое время видны постепенно теряющие подвижность и агглютинирующиеся спермии.

Дробление начинается с образования меридиональной борозды, которая закладывается на анимальном полюсе и довольно быстро достигает вегетативного полюса. Через 2 ч наступает стадия двух бластомеров. Ее достигает подавляющая часть зигот. Отклонения от нормы расценены как патология развития, отмечены неразделившиеся яйцеклетки, а также яйцеклетки с незаконченной бороздой дробления, эмбрионы с равновеликими бластомерами.

Вторая борозда дробления закладывается перпендикулярно первой, но в той же меридиональной плоскости. В результате возникает стадия четырех равноценных бластомеров.

Третья, экваториальная, борозда делит каждый из четырех бластомеров надвое. Возникает типичная для радиального дробления стадия восьми бластомеров.

При дальнейшем дроблении возникает бластула в виде полого шара. Уже на стадии средней бластулы начинается образование первичной мезенхимы. При этом отдельные клетки из стенки бластулы мигрируют в бластоцель. На стадии поздней бластулы они в виде небольшого скопления наблюдаются у вегетативного полюса. Далее начинается гастрюляция, первичные мезенхимные клетки перемещаются в бластоцель и мигрируют вдоль внутренней стенки бластулы к тому месту, где образуют скелет. Вслед за движением первичных мезенхимных клеток происходит инвагинация всего вегетативного полюса, в результате чего образуется первичная кишка. Такую стадию развития эмбриона называют ранней гастролой.

Инвагинирующие клетки очень похожи на первичные мезенхимные. Они меняют форму, а после формирования первичной кишки образуют псевдоподии и окончательно прикрепляются к внутренней стенке противоположного (анимального) полюса бластулы. Сокращаясь, клетки втягивают первичную кишку дальше в бластоцель так, что она доходит почти до анимального полюса. В конце концов они отделяются от первичной кишки и становятся вторичной мезенхимой взрослого организма.

При дальнейшем развитии у эмбрионов изгибается и становится плоской вентральная сторона. На ней у анимального полюса зародыша образуется рот, начинается формирование целома. Это состояние эмбриона соответствует стадии призмы, т. е. началу образования малого плутеуса. У последнего вырастают зачатки рук, образуется желудок. Малый плутеус через 48 ч вырастает в плутеус I стадии. Плутеус II стадии формируется на 11-15-е сутки. Третья стадия плутеуса наступает на 16-21-е сутки. Метаморфоз начинается на 21-29-е сутки и на 31-36-е заканчивается полностью сформировавшимся морским ежом.

При искусственном получении личинок используют стеклянные сосуды различной вместимости. В течение дробления до бластулы эмбрионы находятся на дне сосуда. На стадии бластулы зародыш ведет свободноплавающий образ жизни. При дальнейшем развитии эмбрионы концентрируются у поверхностного слоя воды.

Плутеусы I, II и III стадий до метаморфоза свободно плавают в толще воды. В период метаморфоза они оседают на субстрат. Затем молодые ежи ведут свободный образ жизни, перемещаясь согласно своим законам миграции.

Биотехнология получения *спата* в лабораторных условиях заключается в следующем. Морских ежей (диаметр панциря 60-85 мм), отловленных из естественной

среды, помещают в аквариумы, температура воды в которых близка к природной. В зависимости от сезона года и зрелости гонад определяют режимы содержания. Морских ежей с гонадами без зрелых гамет подвергают температурной стимуляции.

Стимуляция гаметогенеза. Суть ее заключается в том, чтобы в сжатые сроки воспроизвести естественный температурный фон, не меняя при этом экологические факторы.

Стимуляция гаметогенеза морского ежа включает в себя три периода: адаптацию к искусственной среде при температуре, соответствующей температуре воды в море; активацию гаметогенеза — сжатое воспроизведение естественного хода температур, при котором созревают гонады; завершение гаметогенеза с помощью поддержания устойчивых температур.

Половые продукты у половозрелых самок берут с помощью инъекции 0,5 М КС1 в перивисцеральную полость, у самцов железу извлекают из этого сегмента в чашку Петри. Концентрированную сперму забирают микропипеткой. Осеменение проводят в 10-литровых сосудах. Каплю «сухой» спермы разводят 5 мл морской воды и смешивают с яйцеклетками. Зиготы промывают 6 раз с 30-минутным интервалом и ждут вылупления личинок.

Под микроскопом оценивают процент оплодотворения, для чего пипеткой отбирают на предметное стекло 1 мл жидкости. Затем определяют количество зигот в 1 мл суспензии и пересчитывают число оплодотворенных зигот на объем сосуда.

На третьи сутки личинок кормят, помещая в 10-литровый сосуд с водорослями из расчета 3 тыс. микроводорослей на 1 мл воды в сутки. В качестве корма используют смесь микроводорослей *Platymonas viridis*, *Monochrysis* sp., *Niphrocloris salina*, *Lumino-clenium lanskay*, *Chlorella* sp., *Dunaliella viridis*.

Онтогенез черного ежа при температуре 17 °С протекает следующим образом. Плутеус I стадии возникает через 18 ч, II—на 11-15-е сутки, III стадии — на 16-21-е сутки. Метаморфоз начинается на 21-е сутки, и на 31-е сутки появляется морской еж.

В качестве субстрата для оседания личинок в аквариум вносят коллекторы — раковины моллюсков, кусочки шифера и т. п. Лучший субстрат для оседания личинок — волнистые пластины с порослью *Ulsella lens* (дисковидный представитель зеленых водорослей). Осевшие личинки длиной 3-4 мм питаются бентосными диатомовыми водорослями на коллекторах.

Далее морских ежей вместе с коллекторами помещают в сетчатые садки и выставляют в море или в большие емкости (танки) в заводских условиях. Затем их переносят в места обитания естественных популяций.

Очень важный момент при выращивании личинок — доступность кормов. Микроводоросли для питания личинок морского ежа выращивают на среде Гольберга с использованием морской воды в модификации Ю. Г. Кабановой. Воду фильтруют через песчано-гравийный фильтр, затем стерилизуют.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Краткая характеристика иглокожих.
- 2) Методы культивирования голотурий.
- 3) Разведение морских ежей.

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 5

Культивирование ракообразных

5.1. Краткая характеристика ракообразных

Интерес для человека представляют преимущественно крупные ракообразные — крабы, лангусты, омары, речные раки, креветки и др. Крабы, омары и лангусты — холодноводные виды, креветки, особенно пенеиды, — теплолюбивые.

Тело ракообразных состоит из отдельных сегментов — члеников — и покрыто в разной степени хитиновым панцирем. Сегменты тела группируются в три отдела: голову, грудь и брюшко, которое заканчивается хвостовым отделом — тельсоном. У десятиногих ракообразных три передних сегмента срастаются с головой, образуя головогрудь, покрытую карапаксом, а их передние конечности превращены в ногочелюсти. Органы дыхания ракообразных — жабры, которые извлекают кислород, растворенный в воде, и снабжают им кровь. В крови высших ракообразных растворены дыхательные пигменты: красный — гемоглобин, содержащий железо; синий — гемоцианин, содержащий медь. Ракообразные, как правило, очень чувствительны к содержанию кислорода в воде, и в зависимости от температуры кислородный порог изменяется от 1 до 3 мл/л.

При культивировании ракообразных важно создавать благоприятный газовый режим с насыщением воды кислородом не ниже 60-50 %.

Большинство видов ракообразных морского происхождения (крабы, омары, лангусты, креветки) обитает в водах соленостью 32-37 ‰. Взрослые особи, например креветки, переносят значительное опреснение — до 15-20 ‰, но при формировании потомства им необходима более высокая соленость — 22-37 ‰.

Питаются ракообразные разнообразной животной и растительной пищей. С повышением газообмена увеличиваются потребности в корме. Многие культивируемые ракообразные (рис. 10) — хищники (креветки, омар, лангуст, крабы), и они потребляют больше корма, чем моллюски.

Плодовитость декапод велика и колеблется в широких пределах. Например, плодовитость морского крабика (*Carcinus maenas*) около 3 млн яиц, камчатского краба — 70-270 тыс. яиц, у креветок, откладывающих яйца в воду, — 400-800 тыс. яиц, у видов, вынашивающих яйца, плодовитость меньше. Самки вынашивают яйца от 9 месяцев (норвежский омар) до 1 года (камчатский краб, европейский омар и др.), а креветки рода *полемон* вынашивают яйца всего 1-1,5 месяцев. Продолжительность инкубации зависит от видовых особенностей и температуры воды.

Из яиц вылупляется личинка — *науплиус* — обычно пелагическая, без сегментов. Она проходит от 12 до 20 линек и превращается во взрослое животное. Продолжительность существования личинок в планктоне различна — от 14 до 200 суток.

Некоторые десятиногие раки живут очень долго: американский омар — до 50 лет, камчатский краб — до 23, лангуст — более 15, а речной рак — до 20 лет, и достигают за это время крупных размеров. Ширина карапакса и размах ног самцов камчатского краба достигают соответственно 0,25 и 1,5 м, масса — 7 кг; встречаются экземпляры омаров длиной до 80 см и массой до 20 кг.

Товарными и половозрелыми самки камчатского краба становятся в 8-10 лет и выметывают около 200 тыс. икринок, личинки линяют около 20 раз, многие при этом погибают, и к донному образу жизни переходит всего около 7 тыс. молоди (2,5 % икры).

Креветки живут значительно меньше: полемоны — менее года, а некоторые пандолины до 4 лет.

За время жизни все ракообразные неоднократно линяют, и после линек у них скачкообразно увеличиваются длина и масса. Все они имеют конечный размер и, достигнув его, перестают расти, траты на пластический обмен снижаются, после чего энергия расходуется только на поддержание жизнедеятельности и построение половых продуктов. Кормовой коэффициент (*КК*) в этот период резко повышается. Так, у половозрелой креветки полемомы *КК* больше 40, тогда как у молоди пенеид — 7, у лангустов — 6, т.е. на одну единицу прироста массы молоди необходимо дать 7 единиц корма.

Выращивать ракообразных в полносистемных хозяйствах трудно из-за сложностей их содержания на ранних стадиях развития и плотности. Но из-за высокой пищевой ценности ракообразных и большого спроса интерес к их культивированию велик.

В настоящее время разработаны методы поэтапного и полноциклового культивирования, а также лагунного выращивания креветок.

Основные объекты культивирования ракообразных — креветки, реже омары, лангусты и крабы. Особенно широкое распространение получило культивирование теплолюбивых быстрорастущих и ценных креветок семейства *Penaeidae* и пресноводных длинноруких креветок рода *Macrobrachium*.

5.2. Креветки

При выращивании креветок из рода *Penaeus* в теплых водах товарная продукция может составить 1,5 т/га. Для этого плотность посадки молоди массой 1-2 г должна быть 180 тыс. шт/га. Однако в производственных условиях получают не более 0,65 т/га.

В Россию креветок рода *Penaeus* доставляли в цистернах на судах АзЧерНИРО с берегов Африки. В пути они находились около 22 суток и содержались в воде соленостью 34-36 ‰ при температуре 16-18 °С. Из Японии доставлялась молодь пенеиды. Креветок содержали в аквариальных институтах АзЧерНИРО и ВНИРО и изучали экологию и биологию. Исследования показали, что в России возможно поэтапное культивирование этих креветок. Маточное стадо и личинок необходимо содержать в подогреваемых бассейнах (20-30 °С) с соленой водой (32-36 ‰), здесь же следует стимулировать нерест производителей, а выращивать молодь до товарного размера возможно в специальных прудах, садках и лиманах с соленой водой.

На нерест креветки подходят из открытых районов моря к берегам, и их личинки заносятся в солоноватые лагуны, где они хорошо растут. Этим пользуются при организации лагунных хозяйств.

Личинки этих креветок концентрируются у специально поставленных бамбуковых шестов, к которым привязаны пучки водных растений и травы. Личинок собирают мелкочаеистыми сетями или сачками, сортируют, укладывают в глиняные кувшины и отправляют в выростные пруды. Наиболее продуктивны пруды, расположенные непосредственно у моря (средний урожай 1100 кг/га). Пруды, связанные с морем каналами, дают в среднем 750 кг/га. Наименее продуктивны (не более 450 кг/га) пруды, связанные с морем через пруды первых категорий.

Чтобы повысить промысловую продуктивность, в выростные пруды вносят удобрения и стимулируют развитие кормовых планктонных и бентосных организмов. В результате кормность прудов увеличивается, что позволяет повысить плотность посадки личинок до 500 тыс. шт/га. При обилии пищи без особого ухода за прудами за 6-12 месяцев креветки достигают товарных показателей — длина 130 мм, масса 30 г.

Креветок собирают ставными ловушками или при спуске прудов. Уловистость ловушек возрастает в 2 раза, если у входа в них помещать источник света. Выход товарных креветок составляет 10-50 % числа посаженных личинок.

Одним из основных объектов выращивания являются креветки из сем. *Penaeidae* — гигантская тигровая креветка (*Penaeus monodon*), банановая (*P. merguensis*) и др.

Креветок выращивают до товарного размера в хозяйствах и прибрежной зоне заливов, используя их слабый миграционный инстинкт.

Эти креветки созревают и нерестятся в морской воде. Нерест проходит с середины мая до конца сентября при солености воды 32-35 ‰ и температуре 25-29°C. Оплодотворенные яйца этих креветок выбрасываются в воду, а через 13-14 суток после нереста из них выклеваются личинки-науплии. Науплии в течение 36 ч линяют 6 раз и переходят в стадию протозоа, находясь в которой в течение 5 ч также линяют 3 раза. Затем начинается стадия мизид. Мизиды линяют в течение 5 ч 3 раза и превращаются в постличинок. На этом этапе развития личинки покидают толщу воды и переходят к донному образу жизни. Внешне они похожи на взрослых особей.

В стадии протозоа личинки начинают питаться одноклеточными водорослями, мелкими ракообразными. Постличинки питаются мелкими бентическими организмами и растениями.

Японская креветка курума (*P. japonicus*). Разведение начинают с вылова производителей в море. Из отловленных взрослых особей отбирают зрелых самок, которых перевозят в питомники. Здесь их отсаживают в бассейны по 60 шт. на 100 м³ воды. Нерест, как правило, происходит ночью. Одна самка может отложить от 100 до 300 тыс. яиц. Отнерестившихся или погибших самок удаляют из нерестовиков. Личинок на этой стадии кормят жгутиковыми и диатомовыми водорослями.

Плотность кормовых водорослей поддерживают на уровне 1000 клеток на 1 мл. Мизид кормят науплиями артемии (6 г яиц артемии на 10 тыс. мизид в сутки). Хороший живой корм для креветок на этой стадий — коловратки. Через 4 суток мизиды переходят в стадию постличинок, которых вначале кормят науплиями артемии, коловратками, а затем добавляют измельченное мясо моллюсков или червей в количестве 10% массы постличинок (20 г корма на 10 тыс. постличинок), увеличивая это количество до 80-100 г после трех-четырех линек.

Постличинок содержат в бассейнах под крышей, пока они не достигнут длины 12-13 мм и массы 0,01-0,02 г. Затем их переносят в бассейны, расположенные под открытым небом, или в пруды.

На большие расстояния молодь транспортируют в 20-литровых пластиковых мешках, в которые заливают 8 л морской воды, насыщенной кислородом. Мешки с молодь помещают в контейнерах, которые устанавливают в машины с холодильными устройствами, и перевозят к выростным прудам. Площадь прудов для выращивания креветок может составлять 0,15-8 га. Дно в прудах должно быть песчаным. Чтобы креветки не выпрыгивали, пруды вдоль дамб огораживают нейлоновой сеткой. Водоподающие трубы также защищают сеткой, чтобы в пруды не попали хищники.

Молодь креветок переносят в пруды при температуре свыше 20 °С из расчета 150-180шт/м². В качестве корма используют мясо двустворчатых моллюсков (30 %) и ракообразных (70 %). Мясо двустворчатых моллюсков можно заменять мясом кальмаров. Корм задают 2-5 раз в сутки и поддерживают эту частоту кормления, пока креветки не достигнут массы 1 г. Затем их кормят только ночью, так как днем они находятся в укрытиях.

Общий кормовой коэффициент очень высок — на 1 кг прироста креветок требуется 13-14 кг сырого или 2-3 кг сухого корма. При кормлении креветок моллюсками в прудах накапливается много остатков мяса и створок, которые необходимо периодически удалять.

Креветки хорошо себя чувствуют в пресной воде, но для получения потомства нужны емкости с водой соленостью 12-14 ‰ (как в Азовском или Балтийском морях) и более — до 20 ‰ (как в Черном море).

Длина гигантской пресноводной креветки 32 см, масса 250 г. Этот вид нетребователен к условиям содержания, приживается в поликультуре с различными рыбами — карпом, толстолобиками, белым амуром. При содержании только на естественной кормовой базе

— брюхоногие моллюски, щитни, личинки жуков, стрекоз и чиромид — с пруда площадью 0,1 га можно получить 10-30 кг взрослых креветок, которые по вкусовым качествам не уступают речным ракам. Для получения большей продукции креветок необходимо кормить. Кроме указанных выше объектов питания креветки охотно потребляют вареные крупы, овощи (вареные и сырые), кусочки рыбы, червей и водоросли.

Наиболее предпочтительные температуры выращивания 28-32 °С, верхний предел — 36 °С.

При выращивании в прудах креветкам необходимы убежища в виде водорослей, поэтому 20-30 % площади пруда должно быть покрыто зарослями. При плотности выращивания 2 шт/м² масса креветок за 2 месяца 15 дней увеличивается с 2,2 до 13 г (у некоторых до 50 г) при выживаемости около 90 %. А при начальной массе около 8 г креветка достигает товарной массы (40 г) при тех же плотностях выращивания. При этой массе креветки уже созревают.

Если возникают трудности с приобретением личинок креветки, их можно получить самостоятельно. Технология хорошо отработана, и их давно получают опытные аквариумисты.

Учитывая, что плодовитость креветки относительно велика — самки массой 40 г откладывают 35 тыс. яиц, а для заселения пруда площадью 0,1 га необходимо всего 2000 сеголетков, можно подсчитать, что для воспроизводства требуется всего четыре самки.

Самцов с синими клешнями содержат при соотношении клешня: длина тела = 1,6 и появлении оранжевого пятна. Самцы определяются внешне по коксальным выростам 5-й пары ходильных ног, длина которых достигает 5,9 мм. У самок длина 3-й пары ходильных ног составляет 7,6 мм.

После оплодотворения самок икра выходит в выводную камеру через 3-20 ч. Инкубация икры на плеоподах длится 16-20 суток. Диаметр икринок после вымета 0,5 мм. Выживаемость составляет 60%. Диаметр икринок в течение 17 суток после оплодотворения увеличивается. На момент выклева соленость воды должна составлять 8-20 ‰. В течение 5 суток личинки проходят метаморфоз. Длина личинок при выклеве 1,7-2,2 мм, масса 0,15-0,20 мг. Развитие включает в себя 12 стадий, каждая из которых длится 3 суток и заканчивается линькой. На последней стадии длина личинок 6-9 мм, масса 6-10 мг. Массовый метаморфоз постличинок происходит на 30-35-й день выращивания. Все это время корм должен быть в избытке — обычно это науплии артемии салина (5 тыс. шт/л).

Постличинок выращивают в пресной воде с плотностью 20-30 шт/л. Их адаптация к пресной воде длится 12 ч.

Транспортируют постличинок в полиэтиленовых пакетах, молочных бидонах, бочках с плотностью 300 шт/л, если время транспортирования не превышает 24 ч.

Постличинок можно содержать и в сетчатых садках с плотностью 120 шт/м³. В дальнейшем постличинок выращивают при меньших плотностях.

Для получения посадочного материала массой 1-3 г личинок лучше выращивать в лотке. Начальная плотность 30 тыс. шт/м³. При массе 1-3 г плотность уменьшают до 300-500 шт/м³. При этом количество корма составляет 100% массы тела, а через 2 месяца — 50 %. Во избежание каннибализма личинок каждые 10 суток сортируют. Выживаемость обычно составляет 90 %.

При температуре 27-28 °С и длине личинок 4-6 см линьки проходят через 6-11 дней, при длине 7-9 см и более — через каждые 2 недели. Взрослые самки линяют через 26-28 дней, самцы — через 26-93 дня.

В Черном и Азовском морях обитают перспективные для культивирования в местных условиях креветки рода *Palaeomon* — адсперзус и элеганс. В ходе двухлетнего биологического цикла они достигают длины 5-8 см, массы 1,5-2 г. Креветки эвригаллины и эвритермны. Хорошо переносят сезонные изменения температуры от 0 до 30 °С и солености от 3 до 30 ‰. Икру откладывают 3-4 раза за лето при температуре 15-20 °С и

солености 9-25 ‰. При меньшей солености активная осморегуляция у креветок заменяется пассивной и они становятся нежизнеспособными. При температуре 0,5 °С креветки неподвижны, не питаются и потребляют кислорода всего 0,05-0,07 мл/ч. При повышении температуры

воды с 9 до 25 °С активность, интенсивность дыхания и потребление корма увеличиваются. При температурах 19-22 °С потребление кислорода составляет 0,32 мл/ч, суточный рацион - около 16 % массы. При температурах 27-30 °С физиологические процессы нарушаются. Сначала резко увеличивается активность (кислорода потребляют 0,47-0,5 мл/ч), питание прекращается и при 30-32 °С наступает гибель. Критическое содержание в воде кислорода — ниже 40%-ного насыщения.

Начаты эксперименты по культивированию в нашей стране холодноводных креветок, обитающих в прибрежных водах Дальнего Востока. Из них наиболее ценная — травяной шримс (*Pandalus latirostris*). Эта типичная морская креветка длиной до 13 см и массой до 16 г переносит воду соленостью 11-50 ‰, но размножается при солености 24-35 ‰. Что особенно важно, у нее широкий диапазон приспособления к изменению температуры воды, в котором она сохраняет жизнеспособность. Так, при постепенном снижении температуры воды до 2,5 °С креветка теряет активность, а при 1 °С активность и потребность в пище восстанавливаются. Эти креветки очень чувствительны к недостатку кислорода. При температуре воды 16-17 °С насыщение кислородом 47-42 % является критическим, а 21%-ное — пороговым.

При содержании молоди в осолоненных лиманах или садках за два лета и одну зиму креветки достигают товарной массы 5-8 г.

5.3. Омары, лангусты и крабы

О м а р ы — холодноводные и самые крупные представители ракообразных (рис. 13). Канадский (*Homarus americanus*) и европейский (*Nephrops posvegirus*) омары обитают на скалистых и каменистых грунтах Атлантического океана, у берегов Канады и Европы. Они достигают массы 15-20 кг и длины 0,8 м.

Другие виды омаров короче — 0,5 м, и легче — до 6 кг. Все они служат объектами промысла и в последние десятилетия объектами культивирования в США, Канаде, Норвегии и других странах.

В водах России омаров нет, но их можно культивировать и поэтапно акклиматизировать в прибрежных водах Баренцева, Японского и Охотского морей.

Омары обитают при солености не ниже 30 ‰ в зонах с температурами 0-20 °С. Линяют с апреля по январь при температуре 3,3-20 °С, наиболее активно — при 15-20 °С.

Спариваются омары летом, как правило, через 2 недели после линьки самки. Икру, а затем и зародышей самки носят у себя под брюшком до тех пор, пока из них не вылупится молодь. Количество икринок у омаров зависит от возраста и размеров: у американского омара 5-12 тыс. шт., но может достигать и 90 тыс.; у европейского — 8-32 тыс., у норвежского — 1,3-4 тыс. шт. С момента спаривания до вылупления личинок проходит 1,5-2 мес. Вылупляются личинки при 9-20 °С весной или летом.

Разведение омаров в искусственных условиях начинают с поиска, поимки и отбора производителей. Наиболее подходящие экземпляры рассаживают в бассейны или проволочные садки. Для получения планктонных личинок, применяют два метода:

первый — отбирают самок с зародышами, близкими к вылуплению, снимают икру с брюшка и инкубируют ее в непрерывном токе воды вплоть до вылупления личинок;

второй — самок с икрой выдерживают в бассейнах до появления личинок.

Личинки в течение первых 9-33 суток ведут пелагический образ жизни, затем оседают на дно. Продолжительность пелагического периода зависит от температуры воды. Находясь в водной толще на первых личиночных стадиях, рачки в природе становятся

легкой добычей хищников. В первые три недели из каждых 10 тыс. личинок в живых остается лишь одна. В питомниках личинок переносят в цилиндрические сосуды с вогнутым дном. Постоянный ток воды, поступающей снизу, поддерживает личинок в толще, не позволяя им опускаться на дно и нападать друг на друга, так как личинкам и молоди омаров свойствен каннибализм, что затрудняет их выращивание.

Кормят личинок омаров размолотой печенью, мясом ракообразных и моллюсков через 3 ч, что свидетельствует о высокой интенсивности переваривания пищи. После четвертой линьки омаров длиной 1,5 см выпускают в море. Выживаемость личинок в питомниках 22-40 %. Если личинок держат отдельно и разреженно, то выживаемость повышается до 90 %.

Омары обладают огромной экологической потенциальностью. В природе у берегов Канады они обитают при температуре 3-15 °С, а в питомниках переносят температуру до 31 °С. Содержание самок в бассейнах при 20 °С способствует ускорению развития эмбрионов, и выклев личинок наступает на 3 месяца раньше, чем в естественных условиях. При температуре воды 27-31 °С развитие личинок ускоряется в несколько раз. Путем создания в питомниках условий, при которых максимально реализуются биопотенциальные свойства омаров, возможно их выращивание до товарной массы за 2 года.

Массовому выращиванию омаров в искусственных условиях от личинок до особей промыслового размера пока мешают каннибализм в личиночном периоде развития и склонность взрослых особей вести уединенный образ жизни. С учетом этой склонности разработана конструкция фермы для выращивания омаров: на сваях крепят клетки с ячейками для одиночного содержания омаров.

Лангу́сты — морские животные, предпочитающие каменистый грунт, прозрачную воду, насыщенную кислородом, температуру не выше 15-18 °С.

Представители родов *Panulirus* и *Palinurus* имеют промысловое значение. Половозрелые особи достигают длины 50-70 см и массы 8-13 кг, но чаще встречаются особи длиной 20-40 см и массой 2-4 кг. Питаются они донными беспозвоночными (моллюсками, ракообразными и др.) и мелкой рыбой.

Лангуст — ценный объект промысла и культивирования. Обычно на морских фермах выращивают до промысловых размеров молодь лангустов, пойманную в море. Помещенные в водоемы для выращивания лангусты нуждаются в чистой воде без взвеси и следов токсичных веществ. На ранних стадиях развития личинок кормят науплиями артемии, а на более поздних — яйцами морских ежей, икрой и личинками рыб, взрослой артемией. Кормовой коэффициент лангустов равен 6.

Лангусты очень плодовиты, одна самка откладывает от 0,5 до 1,5 млн. яиц. В естественных условиях в море выживают лишь отдельные личинки. Лангусты в период размножения образуют так называемые миграционные цепочки, напоминающие железнодорожный состав. В такой цепочке голова второго лангуста касается хвоста первого и т. д. Цепь может насчитывать до 30 лангустов и более. Многие виды лангустов имеют длительные пелагические стадии развития, что очень затрудняет их искусственное разведение и выращивание. И все же в мире определенные успехи в культивировании лангустов достигнуты. Кроме того, молодь лангустов, пойманную в море, размещают в прудах и бассейнах, где она растет до промыслового размера.

В нашей стране лангустов можно выращивать в Приморском крае. В районе Черного моря их можно содержать осенью и весной в садках.

Крабы обитают во всех морях и океанах в соленой, солоноватой и почти пресной воде, от уреза воды до глубин 6 км. Многие виды съедобны и имеют промысловое значение. Большинство крабов живет в тропической зоне и служит объектом промысла и выращивания (краб-плавунец, голубой краб, японский краб и др.).

Основные препятствия для культивирования крабов — длительный и сложный метаморфоз личинок, во время которого большая их часть погибает, и каннибализм.

В России важное промысловое значение имеют холодноводные крабы — камчатский, или королевский (*Paralithodes camtschatica*), и синий краб, обитающий в северной части Тихого океана при температуре 2-7 °С. Они переносят колебания температуры от минус 2 до 18 °С.

Королевский краб обитает в морской воде преимущественно у берегов Камчатки. После зимовки косяки самцов и самок встречаются на глубинах 5-30 м при температуре 2-4°С. После линьки самки происходит спаривание. Отложенную и прикрепленную к брюшным ножкам икру самка носит 11,5 месяцев. Следующей весной при миграции на мелководья из яиц вылупляются личинки — *протозоа*, которые затем превращаются в *зоа*, остаются в толще воды около 2 месяцев, 4 раза линяют, переходят в стадию *глаукотоа* и оседают на дно, превращаясь в *малька*. Молодые крабы живут в зарослях водорослей. Крабы живут долго, до 20-23 лет. Ширина карапакса достигает 25 см, однако средняя — 12,5 см, масса 7 кг.

Размножаться королевский краб начинает поздно. Самки откладывают икру на 5-6-м году жизни, а самцы становятся половозрелыми в возрасте 8-10 лет. Приблизительно в этом возрасте крабы достигают промыслового размера. В естественных условиях самка выметывает до 200 тыс. яиц, из которых до перехода от пелагических стадий до донной доживают лишь 7 тыс., или 3,5 %.

В толще воды личинки краба живут около 2 месяцев, и это создает трудности при их культивировании. И все же в экспериментальных бассейнах выживаемость личинок краба выше и составляет 10%.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Культивирование ракообразных: краткая характеристика семейства, методы разведения.
- 2) Разведение креветок.
- 3) Методы разведения омаров, langoustes и крабов.

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

Введение	3
1. Современное состояние товарного рыбоводства и перспективы его развития. Основные направления и формы товарного рыбоводства.....	4
1.1. История возникновения.....	4
1.2. Основные направления и формы товарного рыбоводства.....	5
1.3. Состояние и перспективы развития товарного рыбоводства	7
2. Морская аквакультура. Состояние и перспективы отечественной марикультуры.....	9
2.1. Краткая характеристика и история развития марикультуры.....	9
2.2. Основные методы выращивания, применяемые в марикультуре.....	11
2. 3. Состояние и перспективы отечественной марикультуры.....	14
3. Культивирование рыб в морской воде.....	16
3.1. Методы культивирования кефали.....	16
3.2. Культивирование полосатого окуня	18
3.3. Культивирование белого морского окуня.....	19
3.4. Хильса	20
3.5. Методы культивирования желтохвоста и лакедры	20
3.6. Культивирование фугу	21
3.7. Тай	21
3.8. Лаврак и дорада	22
3.9. Камбалы	24
4. Культивирование иглокожих.	
4.1. Голотурии	26
4.2. Морские ежи	27
5. Методы культивирования ракообразных.	
5.1. Краткая характеристика ракообразных	32
5.2. Креветки	33
5.3. Омары, langoustes и крабы	36
Библиографический список	39