

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водных биоресурсов и марикультуры

Булли Л.И.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Практикум

для студентов направления подготовки 35.03.08
Водные биоресурсы и аквакультура
очной и заочной форм обучения

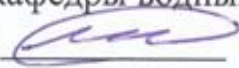
Керчь, 2021 г.

УДК 639.3

Составитель: Булли Л.И., канд. биол. наук., доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ»


_____ подпись

Рецензент: Шаганов В.В., канд. биол. наук., доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ»


_____ подпись

Практикум рассмотрен и одобрен на заседании кафедры водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 7 от 22.03 2021 г.

Зав. кафедрой водных биоресурсов и марикультуры _____ А.В. Кулиш


_____ подпись

Практикум рекомендован к публикации на заседании методической комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 13 от 01.04.2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Тематический план практических занятий	6
Практическое занятие № 1 Структура, состояние и основы функционирования рыбного хозяйства. Основные объекты рыбоводства. Характеристика объектов рыбоводства	7
Практическое занятие № 2 Основы интенсификации рыбоводных процессов	10
Практическое занятие № 3 Биологические особенности развития рыб	13
Практическое занятие № 4 Влияние факторов среды на рыб.....	16
Практическое занятие № 5 Эколого-физиологические основы управления половыми циклами рыб при их заводском воспроизводстве (экологический и физиологический методы)	18
Практическое занятие № 6 Эколого-физиологические основы управления половыми циклами рыб при их заводском воспроизводстве (эколого-физиологический метод).....	20
Практическое занятие № 7 Биологические основы получения зрелых половых клеток и осеменения икры от рыб разных видов. Биологическое обеспечение условий инкубации икры и выращивания молоди рыб	23
Практическое занятие № 8 Биологические основы подготовки рыб к выпуску в рыбохозяйственные и естественные водоемы. Защита рыб от попадания в водозаборные сооружения.....	25
Практическое занятие № 9 Акклиматизация рыб и беспозвоночных. Рыбохозяйственная мелиорация. Биологические основы индустриального рыбоводства	28
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	33

ВВЕДЕНИЕ

Практикум предназначен для студентов третьего курса очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.08. Водные биоресурсы и аквакультура для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Биологические основы рыбоводства».

Практикум к практическим занятиям составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Целью практических занятий является закрепление знаний, получаемых в ходе усвоения лекционного материала, по ознакомлению студентов направления 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» с современным состоянием и возможностями рыбоводства как отрасли народного хозяйства, а также для получения основ профессиональных навыков по изучению биологических особенностей промысловых видов рыб в связи с необходимостью их искусственного воспроизводства, выращивания и акклиматизации.

К практическим занятиям студент должен подготовить комплексный ответ в соответствии с тематическим планом занятий. При подготовке материала для изложения на занятиях студент должен руководствоваться методическими рекомендациями по каждой конкретной теме занятий.

Цель такой работы – расширение и углубление теоретических знаний, полученных студентом в процессе изучения дисциплины на лекциях и практических занятиях, путем ознакомления с имеющейся литературой по наиболее значимым темам. Освоение учебных материалов следует осуществлять строго системно и последовательно с учетом нижеизложенных рекомендаций, касающихся самостоятельного изучения и самоконтроля усвоения различных разделов дисциплины.

Задачи практикума работы студентов заключаются в возможности научиться использовать знания, полученные на лекциях, уметь четко и ясно формулировать ответы на предложенные темы, свободно ориентироваться в учебной и научной литературе, предлагаемой преподавателем для более широкого раскрытия пройденного материала.

Студент должен подготовить комплексный ответ по каждой теме в соответствии с тематическим планом занятий, руководствуясь методическими рекомендациями, вопросами для самоконтроля и рекомендуемой литературой.

Дисциплина «Биологические основы рыбоводства» входит в базовый цикл подготовки студентов, имеет статус вариативной.

Для успешного освоения предмета необходимо знать такие предшествующие базовые дисциплины как: «Общая биология», «Ихтиология», «Зоология», «Гидробиология», «Общая биохимия».

В результате изучения дисциплины «Биологические основы рыбоводства»: студент должен

ЗНАТЬ: - биологические особенности развития рыб, особенности их искусственного разведения, направлений рыбоводства, охраны и переработки сырья;

- эколого-биологические особенности основных объектов рыбоводства, биологические основы осеменения икры рыб и инкубации, жизненного цикла культивируемых рыб, питания и кормления рыб, особенности формирования рыбопродуктивности водоёмов, охраны рыбных запасов и переработки рыбного сырья, особенности прудового, индустриального, морского рыбоводства и в естественных водоёмах;

УМЕТЬ : учитывать биологические особенности развития рыб при выполнении рыбоводных работ; использовать экологические и физиологические методы стимулирования созревания рыб, применять современные технологии при выращивании морских гидробионтов;

ВЛАДЕТЬ : - методами культивирования, оценки физиологического состояния рыб, методами гипофизарного инъектирования созревания рыб, получения зрелых половых продуктов и жизнестойкой молоди, выращивания и охраны.

Практическое занятие – вид групповых учебных занятий, на которых идет формирование умений и навыков применения теоретических знаний на практике, закрепление

основных теоретических положений курса, их прикладная адаптация, а также контроль знаний и степень усвоения теоретического и практического материала учебной дисциплины.

Учебным планом на проведение практических занятий по дисциплине «Биологические основы рыбоводства» для студентов направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура очной формы обучения предусмотрено 18 часов, заочной – 4 часа.

Ход практического занятия predetermined содержанием конкретной темы учебного курса и включает как контроль степени понимания и усвоения теоретических вопросов в ходе устного, так и степени выполнения соответствующих практических заданий.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ:

В качестве форм и методов текущего контроля используется устный опрос и контрольная работа. Устный ответ и контрольная работа оцениваются по четырехбалльной системе.

Оценка **«отлично»** ставится:

- если студент глубоко и прочно усвоил заданную тему, исчерпывающе её излагает;
- в полном объеме ответил на все вопросы.

Ответ оценивается на **«хорошо»**:

- если студент твердо знает заданную тему, грамотно и по существу её излагает, не допускает существенных неточностей при ответах.

Ответ оценивается на **«удовлетворительно»**:

- если студент освоил только часть заданной темы;
- не знает отдельных деталей, допускает неточности и некорректные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала.

Ответ оценивается на **«неудовлетворительно»**:

- если студент не усвоил материала заданной темы;
- допускает существенные ошибки, не знает определений ключевых понятий по теме.
- не ответил на заданные вопросы.

Тематический план практических занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
1	2	3	4
1	Структура, состояние и основы функционирования рыбного хозяйства. Основные объекты рыбоводства. Характеристика объектов рыбоводства	2	1
2	Основы интенсификации рыбоводных процессов	2	1
3	Биологические особенности развития рыб	2	-
4	Влияние факторов среды на рыб	2	-
5	Эколого-физиологические основы управления половыми циклами рыб при их заводском воспроизводстве (экологический и физиологический методы)	2	1
6	Эколого-физиологические основы управления половыми циклами рыб при их заводском воспроизводстве (эколого-физиологический метод)	2	-
7	Биологические основы получения зрелых половых клеток и осеменения икры от рыб разных видов. Биологическое обеспечение условий инкубации икры и выращивания молоди рыб	2	-
8	Биологические основы подготовки рыб к выпуску в рыбохозяйственные и естественные водоемы. Защита рыб от попадания в водозаборные сооружения.	2	-
9	Акклиматизация рыб и беспозвоночных. Рыбохозяйственная мелиорация. Биологические основы индустриального рыбоводства	2	1
Всего часов		18	4

Практическое занятие № 1

Тема: Структура, состояние и основы функционирования рыбного хозяйства. Основные объекты рыбоводства. Характеристика объектов рыбоводства

Цель занятия: Изучить структуру, современное состояние и основные направления развития отечественного рыбоводства. Изучить биологические основы подбора и эффективного использования рыб в рыбоводстве

Теоретическая часть

Рыборазведение было известно в глубокой древности. Задолго до нашей эры в странах востока, а затем и в Римской империи существовали простейшие способы рыборазведения, которые сводились к улучшению условий размножения рыб в водоемах. Позже выращивание рыбы стали проводить в ограниченных пресноводных или солоновато-водных водоемах – небольших озерах, искусственных водоемах (водохранилищах, прудах), различного рода лагунах. В 1420 г. во Франции аббат Реомского монастыря Пеншон искусственно разводил ценные виды рыб, в том числе форель в садках, прудах, речках. Он устраивал длинные узкие деревянные ящики, дно которых было покрыто слоем песка, боковые стороны сделаны из прутьев ивы или тростника. На дно ящика он помещал «предварительно оплодотворенную икру» и ставил ящики под проточную воду (ручьи, речки, канавы). Вода свободно протекала через боковые стенки, икра форели развивалась, получались личинки. Это был большой шаг вперед.

В первой половине XVII века еще сомневались в том, что у рыб происходит наружное оплодотворение. Даже известный естествоиспытатель Карл Линней (1707-1778) считал, что самцы рыб выпускают сперму в воду, а самки вбирают ее в себя и внутри происходит оплодотворение.

Стефан Людвиг Якоби (1711-1784) в 1763 г., а затем в 1765 г. опубликовал статьи о своем *открытии искусственного оплодотворения икры форели*. Он наблюдал в природных условиях размножение (нерест) форели в ручьях и воспроизводил это в искусственных условиях. Для этой цели он отцеживал икру форели в сосуд с водой, затем в тот же сосуд отцеживал сперму в количестве, достаточном, чтобы сделать воду мутной. Такие же опыты он проделывал с другими рыбами. Во всех случаях икра оплодотворялась, и получались личинки. Якоби своим открытием доказал, что оплодотворение икры рыб происходит в воде. Способ, предложенный Якоби, в рыбоводной литературе получил название *мокрого способа оплодотворения*.

В России рыбоводство возникло в XII-XIII веках. Сначала рыборазведением занимались в монастырях и только в XV в. возникли государственные пруды. Значительное развитие оно получило только в XVIII в.

Современное рыбоводство представлено двумя основными направлениями: рыбоводство в естественных водоемах или пастбищное рыбоводство и товарное рыбоводство. Под *рыбоводством в естественных водоемах* следует понимать комплекс мероприятий, обеспечивающих процесс воспроизводства рыбных запасов в водоемах, их увеличение и качественное улучшение.

Рыбоводство в естественных водоемах решает задачи:

- искусственное разведение рыб интенсивного типа, то есть воспроизводство ценных промысловых видов рыб, выращивание их молоди и выпуск жизнестойкой молоди в естественные водоемы;
- мелиорация – улучшение условий естественного размножения, создание искусственных нерестилищ, улучшение условий нагула и зимовки рыбы;
- акклиматизация рыб, кормовых и пищевых беспозвоночных и, таким образом, улучшение видового состава промысловых объектов в соответствии с особенностями конкретного водоема.

Перечисленные мероприятия проводятся в морях, озёрах, реках, водохранилищах, заливах, лагунах, непосредственно связанных протоками и проливами с крупными промысловыми водоёмами.

В целом задача рыбоводства в естественных водоёмах состоит в том, чтобы, несмотря на ухудшившиеся условия естественного воспроизводства, и нагула рыб, сохранить и расширить в качественном и количественном отношении сырьевую базу рыбной промышленности, обеспечить высокие и устойчивые уловы ценных видов рыб.

Товарное рыбоводство занимается разведением и выращиванием рыбы до товарной массы в озёрах, водохранилищах, прудах, садках, бассейнах, индустриальных установках. В товарном рыбоводстве, в отличие от рыбоводства в естественных водоёмах, весь процесс, начиная от размножения и заканчивая нагулом, управляется человеком.

Стабильность промысловых запасов ценных видов рыб в водоёмах России во многом зависит от работы рыбоводных заводов (РЗ) и нерестово-выростных хозяйств (НВХ), а также от условий естественного размножения рыб.

Рыбоводство и аквакультура являются перспективной и высокорентабельной отраслью рыбного хозяйства. Они позволяют создать сырьевую базу рыбной промышленности в условиях нарастающего антропогенного воздействия на природу.

Суммарная эффективность мероприятий по искусственному воспроизводству рыбных запасов (искусственное воспроизводство рыб, акклиматизация и рыбохозяйственная мелиорация) ежегодно составляет более 100 тыс. т (в том числе от искусственного воспроизводства рыбы и акклиматизации — 52–60 тыс. т, мелиорации 40–53 тыс. т). Промысловый возврат объектов искусственного воспроизводства в России составляет 0,3–20% в зависимости от вида и качества выпускаемой молоди.

Основные объекты рыбоводства. Характеристика объектов рыбоводства

Осетровые рыбы. Ценнейшими представителями мировой ихтиофауны являются осетровые рыбы. На долю важнейшего рыбохозяйственного водоёма Каспийского в недалёком прошлом приходилось более 90% мировых запасов осетровых.

Высокие пищевые качества мяса осетровых и особенно их икра диктуют высокую их стоимость на внутреннем и мировом рынках. Это определяет их большую роль в экономике рыбопромысловых бассейнов, особенно Каспийского. Например, в Каспийском бассейне добыча осетровых к общей массе рыбы в 80-е годы XX в. составляла ~ 5%, а их реализация обеспечивала свыше 70% всей прибыли этого бассейна. Среди осетровых в уловах по общей массе в Каспийском бассейне преобладает осётр.

Вторым районом по значению и запасам осетровых является Азово-Черноморский бассейн с двумя подрайонами: Азово-Кубанским и Азово-Донским. В 30-е годы XX в. здесь добывалось ежегодно более 7 тыс. т осетровых. Наиболее многочисленный вид - севрюга, второе место занимал осётр и самой малочисленной являлась белуга. В последние годы их численность значительно сократилась, вылов запрещен.

На предприятиях по воспроизводству ценных пород рыб и выращиванию их в товарных хозяйствах большое значение имеют следующие виды осетровых: белуга, осётр, севрюга, шип и стерлядь.

Лососевым свойственны сложный жизненный цикл, резкие колебания численности, но вместе с тем высокая репродукционная способность, высокий темп роста и пластичность. В современном мировом улове лососевые составляют менее 1%, а их стоимость достигает 15% общей стоимости уловов. Основу мирового промысла лососевых рыб составляют два рода — *Oncorhynchus* и *Salmo*. Лососи в море растут значительно быстрее большинства других рыб, прибавляя в год 0,7–1,0 кг, атлантический лосось даже до 4 кг и более.

Основными объектами лососеводства являются нерка, сима, кета, чавыча, кижуч, горбуша, микижа, атлантический лосось, каспийский лосось, радужная форель.

Из семейства **сиговых** рыб основными объектами разведения являются пелядь, байкальский омуль, ряпушка, сиг, белорыбица. Основными объектами разведения из семейства сиговых рыб являются пелядь, байкальский омуль, ряпушка, сиг, белорыбица.

Из **карповых** рыб наиболее распространенными объектами рыборазведения являются сазан, карп, лещ, линь, карась, рыбец, шемая, белый амур, белый и пестрый толстолобики.

Карп – один из основных объектов рыбоводства. Различают несколько разновидностей карпа в зависимости от чешуйчатого покрова и высоты тела. На основе этих разновидностей выведен ряд его пород (украинский, ропшинский, нивчанский, парский и др.). Это теплолюбивая рыба. Карп всеяден, хорошо усваивает искусственные корма. Сеголетки карпа в прудах достигают массы 26-30 г, двухлетки – 400-800 г, трехлетки – 1,5 кг. Возраст половой зрелости самок 4-5 лет (средняя полоса), 3-4 года (юг). Средняя рабочая плодовитость 180 тыс. икринок на 1 кг массы рыбы. Икрометание при температуре воды 16-19 °С. Икру откладывает на подводную растительность.

В качестве добавочных рыб в рыбоводстве используют судака, щуку, сома, буффало и др.

Объекты культивирования обязательно должны выдерживать условия высокой плотности посадки и быть устойчивыми к заболеваниям. Кроме того, при отборе рыб тщательно изучаются такие их биологические особенности, как скорость наступления половой зрелости, возможность естественного и искусственного разведения, плодовитость, интенсивность (темп) роста, спектр питания, возможность питания и другие.

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 1

1. Изучить изменение показателя потребления рыбы на душу населения в России в течение последнего десятилетия.
2. Перечислить основные виды рыб, являющиеся объектами отечественного рыбоводства (заполнить таблицу 1.1)

Таблица 1.1 - Основные объекты рыбоводства Российской Федерации

Семейство	Осетровые	Лососевые	Карповые	Чукучановые
Виды	стерлядь, шип, севрюга,			

3. Описать эколого-биологические особенности разведения основных объектов рыбоводства в водоёмах разного типа: осетра, севрюги, веслоноса, форели, карпа, толстолобиков, (белого и пестрого), амура (белого и черного), буффало (черного, большеротого и малоротого), тилапии, канального сома, карася, сома обыкновенного, судака, щуки, угря и других.

4. Изучить эколого-биологические особенности карпа - основного объекта выращивания в рыбоводстве.

Методические рекомендации

При изучении темы используя конспект лекций, рекомендуемую литературу и интернет-ресурсы, следует проанализировать современное состояние рыбного хозяйства в РФ. Изучить структуру современного рыбного хозяйства, производство рыбы в условиях прудового, индустриального и морского рыбоводства. Рассмотреть биологические основы подбора и эффективного использования рыб в рыбоводстве, основные проблемы и перспективы производства рыбной продукции. Проанализировать основные изменения в отрасли, произошедшие в регионах после принятия Федерального закона об аквакультуре, вступившего в силу с 1 января 2014 г.

Для успешного освоения изучаемого материала, прежде всего, необходимо изучить основные направления развития рыбоводства России, позволяющие существенно увеличить

потребление населением страны качественной рыбной продукции, повысить рыбопродуктивность естественных водоемов, совершенствовать биотехнологии искусственного рыборазведения ценных промысловых видов рыб.

Рекомендуется составить конспект по вопросам для самоконтроля. Изучить особенности эффективного использования товарно-биологических свойств культивируемых рыб. Оценить перспективы использования в рыборазведении новых ценных объектов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Рыбоводство в естественных водоемах, основные направления и задачи.
2. Товарное рыбоводство.
3. История развития и современное состояние рыбохозяйственного комплекса России.
4. Проблемы развития отрасли.
5. Перечень мер, необходимых для улучшения состояния рыбного хозяйства России.
6. Основные задачи, стоящие перед рыбоводством.
7. Основные эколого-биологические особенности осетровых рыб (русского и ленского осетров, севрюги, стерляди, бестера). Их значение в производстве аквакультуры и перспективы для искусственного разведения.
8. Основные эколого-биологические особенности веслоноса. Достижения в его использовании в рыбоводстве.
9. Эколого-биологические особенности лососевых рыб. Их значение для разведения.
10. Основные эколого-биологические особенности растительноядных рыб: толстолобиков (белого и пестрого), амура (белого и черного).
11. Основные эколого-биологические особенности сиговых рыб: пеляди, чудского сига и др. Перспективы выращивания.
12. Основные эколого-биологические особенности представителей семейства чукучановых, буффало (черного, большеротого и малоротого).

Рекомендуемая литература: [1, 2, 3, 4, 6].

Практическое занятие № 2

Тема: Основные методы интенсификации рыбоводства

Цель занятия: Изучить методы интенсификации рыбоводства и биологические основы кормления рыб.

Теоретическая часть

Использование рыбой естественных пищевых ресурсов водоемов, которые ограничены, не позволяет получать на рыбоводных хозяйствах высокую конечную продукцию. Вместе с тем, от выхода конечной продукции с единицы площади или объема (пруда, бассейна, садка и т. д.) зависит рентабельность хозяйства. Мероприятия, позволяющие значительно увеличить выход рыбы с единицы водной площади или объема и тем самым повысить рентабельность хозяйства, называются интенсификационными.

В состав таких мероприятий входят: мелиорация водоемов; смешанная посадка; добавочные рыбы; поликультура; выращивание живых кормов; удобрение прудов и озер; кормление рыбы. В зависимости от количества используемых на рыбоводном предприятии интенсификационных мероприятий различают уровни интенсификации: слабый, средний, значительный.

Для наиболее полного использования кормовой базы водоема (прудов, озер, нерестово-выростных хозяйств - НВХ) в рыбоводной практике используют смешанную посадку, добавочных рыб и поликультуру.

Смешанная посадка – это такая посадка, когда в один и тот же водоем сажают рыб одного вида или породы, но разного возраста. Целесообразность такой посадки объясняется тем, что рыба разного возраста питается разной естественной пищей.

Добавочные рыбы – это посадка к основному виду (например, карпа) вида (видов) не конкурирующих с ним в пище.

Поликультура – это выращивание в одном водоеме одновременно с основным видом нескольких других видов, различающихся спектром питания и характеризующихся высокой продукцией (не меньше основного объекта выращивания).

Для совместного выращивания (добавочные рыбы) среди осетровых рыб можно рекомендовать молодь белуги с шипом; шипа с осетром; осетра с севрюгой или шипа с севрюгой. Такое выращивание основано на несколько различном спектре питания данных видов рыб в раннем возрасте.

Очень часто как добавочных рыб используют хищных (судак, щука, сом) для борьбы с сорной рыбой, которая в значительном количестве потребляет естественные корма; лягушками, различными водными жуками, клопами, личинками стрекоз, наносящими рыбоводству существенный вред.

В качестве поликультуры для совместного выращивания с карпом наиболее часто используют растительноядных – белого амура, белого и пестрого толстолобиков, в меньшей степени таких рыб планктофагов как ряпушку, рипуса и пелядь.

Одним из направлений интенсификации рыбоводства является **удобрение прудов**. Удобрят пруды с целью создания условий для увеличения запасов естественной пищи для рыб и, следовательно, повышения естественной рыбопродуктивности.

Удобрение рыбоводных водоемов увеличивает количество биогенных элементов, что приводит к росту пищевых запасов в водоеме и как следствие этого происходит увеличение выхода рыбной продукции. В водоеме действие удобрений осуществляется через длинную цепь превращений: удобрение – почва, вода – бактерии, водные растения – зоопланктон и зообентос – рыба. Биогенные элементы (N, P, K, Ca) играют важную роль в жизни организмов. Из *минеральных* удобрений в рыбоводных хозяйствах наиболее широко применяется суперфосфат простой и двойной. Фосфорные удобрения вносят из расчета 30 кг фосфорной кислоты на 1 га водной площади пруда. Рыбопродуктивность прудов при этом увеличивается на 16-63%. К фосфорным удобрениям относится томасшлак (мелкий тяжелый порошок темно-серого цвета), фосфоритная мука и преципитат. В качестве азотистых удобрений применяют аммиачную селитру, аммиачную воду, сульфат аммония, хлористый аммоний, мочевины. При их правильном внесении в рыбоводные пруды происходит бурное развитие фитопланктона. Развитие водорослей способствует насыщению воды кислородом. Норму внесения азотистых удобрений рассчитывают исходя из концентрации 2 мг/л воды.

Из кальциевых удобрений применяют гашеную и негашеную известь, мел, гипс, доломит. Известкование проводят в прудах с кислой и слабощелочной средой, где рН ниже 8. Из калийных удобрений применяют сильвинит, каинит и древесную золу. При внесении калийных удобрений в прудах развивается мягкая подводная растительность. Норма внесения калийных удобрений от 20 до 100 кг/га.

Из *органических* удобрений в рыбоводстве применяют хорошо перепревший не соломыстый навоз (крупного рогатого скота, конский, овечий), птичий помет, компосты, наземную и водную растительность..

Зеленые удобрения можно заготавливать в виде растительной муки, для этого высушенные растения измельчают и просеивают через мелкочаеистые сита. Весной муку вносят в пруды до начала развития зеленых водорослей. Нормы внесения растительной муки около 10-12 ц/га.

В рыбоводных хозяйствах применяют органо-минеральные удобрения, торфо-минерально-аммиачные удобрения. Эти удобрения можно готовить непосредственно на хозяйствах (см. конспект лекций).

Избыток или недостаток удобрений отрицательно сказывается на всех жизненных процессах водоема. Поэтому удобрения следует вносить только на основании данных гидрохимических и гидробиологических исследований.

Биологические основы кормления. Водная среда создает особые условия для развития органической жизни, что отражается на биохимическом составе гидробионтов. Поскольку конечным трофическим звеном в водоемах являются рыбы, они могут получать все биохимические элементы предыдущих звеньев.

Основной пищей как морских, так и пресноводных рыб являются животные организмы, населяющие толщу воды, придонные и донные участки водоема, – ракообразные, личинки насекомых, черви, моллюски, мелкая рыба, молодь рыб и др. Натуральная пища рыб содержит большое количество белка в пределах 56 – 70%. Рыбы в большинстве случаев питаются легкоусвояемым высокобелковым кормом.

Содержание жира у гидробионтов составляет – 26 – 32% (метод экстракции по Фолчу). При таком содержании липидов уровень углеводов у беспозвоночных обычно не превышает 2 – 4%. Низкое количество углеводов является важнейшей особенностью биохимического состава естественных кормов рыб. Белки, жиры, углеводы пищи обеспечивают организм животного не только пластическим материалом для роста и обмена тканей, но и энергией. Общая количественная характеристика биохимического состава природного рациона большинства рыб, показывает, что он богат белком, который составляет более половины сухого вещества пищи и является преобладающим источником энергии (около 60%). Углеводы находятся в минимальных количествах (Остроумова, 2001).

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 2:

1. Изучить основные методы интенсификации рыбоводства, биологические особенности формирования рыбопродуктивности водоёмов и биологические основы кормления рыб.
2. Перечислить рыб, которых используют в качестве добавочных при выращивании карпа. Перечислить рыб, которых используют при выращивании карпа в поликультуре.
3. Изучить способы применения удобрений для рыбоводных водоемов (продолжить заполнение таблицы 2.1)

Таблица 2.1 -Виды удобрений, используемые в рыбоводстве

Минеральные		Органические	
Азотные	Фосфорные		
Селитра			
Мочевина			
...			

Изучить особенности питания рыб, обитающих в разных экологических (температурных) условиях.

Составить, таблицы (схемы) биохимического состава кормов для холодноводных рыб (на примере форели), теплолюбивых рыб (на примере карпа) и для осетровых. Составить список незаменимых аминокислот для рыб.

Методические рекомендации

При изучении темы используя конспект лекций, рекомендуемую литературу и интернет-ресурсы желательно составить конспект по вопросам для самостоятельного выполнения. Необходимо изучить методы интенсификации рыбоводства, знать, что такое смешанная посадка, добавочные рыбы, поликультура, понять принцип выбора рыб для добавочной посадки и поликультуры. Необходимо знать способы повышения общей рыбопродуктивности и рыбопродукции водоёмов, использования удобрений. Для понимания особенностей кормления

рыб следует изучить морфофизиологические особенности пищеварительного аппарата разных видов рыб, биологические основы кормления рыб: кормовой рацион, химический состав кормов и их пищевую ценность, усвояемость кормов рыбами и их физиологическое значение.

Следует изучить нормы потребления кормов для разных видов рыб, знать состав и роль естественного корма для роста рыб, методы воздействия на водную экосистему с целью увеличения количества естественного корма для рыб, четко представлять функции четырех важнейших незаменимых аминокислот (лизина, метионина, цистина, триптофана) для жизнедеятельности рыб.

Вопросы для самоконтроля:

1. Смешанная посадка, добавочные рыбы, поликультура. Принцип выбора рыб для добавочной посадки и поликультуры.
2. Азот и фосфор, важнейшие биогенные элементы, влияющие на рыбопродуктивность водоёмов. Основные источники пополнения этими элементами рыбохозяйственных водоёмов.
3. Понятие о степени окисляемости и её значение как показатель количества органических веществ в водоёме.
4. Значение неорганических соединений в развитии жизненных процессов в водоёме. Понятие о щелочности воды, измерения и значения этого показателя для суждения о степени минерализации воды.
5. Биологические особенности питания рыб в естественных условиях и при их кормлении живыми и искусственными кормами. Значение живых кормов для увеличения рыбопродукции культивируемых рыб.
6. Биологические основы кормления рыб: кормовой рацион, химический состав кормов и их пищевая ценность.

Рекомендуемая литература: [1 - 6, 9].

Практическое занятие № 3

Тема: Биологические особенности рыб в связи с их воспроизводством

Цель занятия: изучить биологические основы жизненного цикла рыб, теорию экологических групп, этапность развития рыб и закономерности роста

Теоретическая часть

Для управления биологическим циклом воспроизводства рыб необходимо понимание адаптационных возможностей рыб, выработанных в процессе эволюции. В связи с этим большое значение имеет теория экологических групп. Приспособления рыб к условиям размножения, то есть способ икротетания, время нереста, характер нерестового субстрата обеспечивают такие жизненно важные функции, как дыхание, интенсивность обмена, защиту от врагов. Знания условий среды, влияющих на гаметогенез и нерест рыб, необходимы для управления этим процессом при искусственном воспроизводстве.

По отношению к местам обитания рыб подразделяют: на *морских* - постоянно живущих и размножающихся в море; *проходных рыб* - живущих в море, но размножающихся в реках, совершая для этого анадромные миграции (белуга, осетр, севрюга, шип, лососи, ряд сельдей и др.), а также - живущих в пресных водах, но размножающихся в море, совершая анадромные миграции (угорь и речная камбала); *полупроходных рыб* – обитающих в опресненных участках моря, а для размножения входящих в реки, не поднимаясь по ним столь высоко, как проходные (лещ, судак, вобла, тарань и др.); *пресноводных рыб* – живущих в реках и пресных озерах (карась, язь, щука, плотва и жилые (туводные) формы полупроходных рыб – сазан, лещ, судак).

Одним из важнейших приспособлений вида, обеспечивающих продолжение его существования, можно считать разнообразие экологических приспособлений к нересту. Это явление было довольно подробно изучено С.Г. Крыжановским (1949) и получило название **теории экологических групп**. По месту нереста С.Г. Крыжановский разделил рыб на 5 экологических групп: *литофилы*, *фитофилы*, *псаммофилы*, *пелагофилы*, *остракофилы*. Ученый подчеркивал, что «приспособления рыб к условиям размножения и развития отражают в себе не только существенные экологические моменты эмбрионального периода, но также существенные моменты всех остальных периодов жизни». Они накладывают печать на биологию взрослых рыб, определяют характер миграций и пределы распространения рыб.

Теория этапности развития рыб разработана В.В. Васнецовым (1946, 1948, 1953). Он показал, что все развитие рыбы представляет последовательный ряд этапов, каждый из которых отличается особенностями строения, физиологии и экологии рыбы. *Этап* – это промежуток времени в развитии рыбы, в течение которого происходят медленные постепенные изменения количественных показателей. Позже С.Т. Крыжановский показал, что в каждый момент развития происходят и количественные и качественные изменения, и тем самым все предпосылки для перехода на новый этап развития создаются на предшествующем этапе развития. Этапы объединяются в периоды. Все развитие рыбы подразделяется на ряд основных периодов: эмбриональный, постэмбриональный, период неполовозрелого организма, половой зрелости и старости.

Периоды высокой чувствительности к внешним воздействиям, замедленного роста и высокой интенсивности дыхания были названы *критическими*, а сама теория получила название «**Теории критических периодов**». Периоды преодоления критических стадий развития совпадают с важнейшими этапами развития всего организма и его отдельных зачатков, а перестройка в клетках ведет к видимым процессам дифференциации (Кауфман, 1990).

Для объяснения механизмов критических периодов было предложено несколько гипотез, среди которых наибольший интерес представляет гипотеза П.Г. Светлова (1960). Он показывает, что критические периоды одновременно являются и периодами детерминации. Зародыш все свои возможности сосредоточивает на осуществлении важнейшего узлового момента развития, и ему, по выражению автора, «не хватает сил на парирование действий повреждающих факторов». Высокая реактивность в критические периоды объясняется пониженной регулятивной активностью. В критические периоды организм более чувствителен не к факторам среды, а к определенным воздействиям.

У осетровых рыб, например, самая чувствительная 18-я стадия – закрытие бластопора.

У лососевых чувствительность эмбрионов повышается во время перехода с одного этапа развития на другой. Особенную осторожность нужно проявлять в начале дробления бластодиска, в начале гастрюляции и при переходе к пятому этапу эмбриогенеза.

Значение критических периодов в развитии рыб очень важно для рыбоводства, так как в эти периоды необходимо соблюдение определенных требований к объектам рыборазведения.

Факторы внешней среды – абиотические факторы влияют на все жизненные процессы, происходящие в организме рыб: дыхание, питание, кроветворение, нервную деятельность, размножение, рост и развитие. К наиболее важным факторам относятся температура воды, освещенность, уровень и течение воды, гидрохимический режим, кормовая база.

По отношению к температуре рыбы делятся на *эври-* и *стенотермных*. Температурные условия, при которых жизненные циклы проходят нормально, называются *оптимальными*. Температурный диапазон закрепляется наследственно. Все виды рыб условно подразделяют на *теплолюбивых* (осетровые, карповые, окуневые) и *холоднолюбивых* (лососевые, сиговые). Теплолюбивые могут жить в водоемах с колебанием температуры воды от 0 до 30 °С и даже выше. Нерест у таких видов рыб весенне-летний, при температуре воды от 8 до 20 °С или при 17-25 °С. Холоднолюбивые рыбы нерестятся осенью при температуре 10-14 °С. Развитие икры происходит при температуре воды 0-14 °С.

Рыб, которые выдерживают колебания солености, называют *эвригалинными*, а тех, которые не переносят большие колебания солености, называют *стеногалинными*. Большинство рыб, которых разводят в искусственных условиях, являются эвригалинными.

Важным условием выращивания полноценной молоди рыб является уровень воды, который в основном составляет 0,3-0,5 м. На развитие рыб также влияет освещенность, газовый режим, течение. Так, у многих видов в эмбриональный период развитие нарушается, если происходит в несвойственных для них условиях освещенности.

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 3:

1. Рассмотреть и изучить морфологические признаки икры из фиксированных проб, зарисовать кладки икры рыб из разных экологических групп.
2. Изучить особенности строения оболочек икры различных видов рыб. Зарисовать строение оболочек икры осетра, карпа, форели под микроскопом. Определить размер икры разных видов рыб. Для определения размера икры можно использовать фиксированный материал: икру разных стадий зрелости лососевых, карпа, кефали, камбалы, предварительно промытых или выдержанных в пресной воде до исчезновения запаха формалина. Икринки, помещают в камеру Богорова, в небольшое количество физраствора, распределяют их в ряд и измеряют под биноклем при увеличении 4x8 или 2x8 (об.х ок.) в зависимости от размера. Измерение осуществляют в трех повторностях (три отдельных выборки по 15-25 икринок для каждого вида), затем вычисляют средний диаметр в мм. Данные по морфологическим признакам икры различных видов представляют в табличной форме.

Таблица 3.1 – Морфологические и физиологические показатели икры рыб

Вид рыбы	Цвет икры	Форма икры	Клейкость икры	Средний диаметр икры, мм	Нерестовый субстрат	Время развития, час /сутки
Карп	желтый	округлая	клейкая	1,5-1,8	Водные растения	3,5-4 (20°C)
....						

3. Изучить теорию этапности развития, как основу разработки биотехники разведения рыб, а также потенциальные возможности роста рыб. Перечислить все 7 периодов развития. Описать эмбриональный и постэмбриональный периоды с указанием всех этапов и стадий развития костистых рыб.

Методические рекомендации по выполнению задания:

Изучая тему, следует помнить о единстве организма и среды его обитания. Когда икра попадает в воду, наружная оболочка (или выросты на ней) набухает, приобретает клейкость и является приспособлением для прикрепления яйца к субстрату. У судака над *Zona radiata* располагается отчетливо выраженный бесструктурный студенистый слой. При погружении в воду он разбухает и становится клейким.

У фитофилов (карп, сазан, сом, окунь, и др.) и псаммофилов оболочки икринок имеют образования в виде ворсинок, которые способствуют выделению клейкости и более прочному прикреплению к субстрату.

Определение размеров икры проводят на живом материале (в этом случае, при измерении икринки помещаются в физраствор, чтобы предотвратить их набухание) или фиксированном. Измеряют два диаметра каждой икринки, если она имеет овальную форму.

Необходимо знать все этапы процесса размножения рыб, начиная от развития половых клеток до овуляции. При изучении темы следует обратить серьезное внимание на теорию этапности развития, как основу разработки биотехники разведения рыб и оценки эффективности естественного воспроизводства. Эмбриональный период развития карпа

состоит из семи этапов: начинается с образования перивителлинового пространства и бластодиска (кортикальная реакция, обводнение, появление бластодиска); затем наступает этап дробления (стадии: двух бластомеров, четырех бластомеров, ...завершается образованием бластулы) и т.п.

Следует обратить внимание, что стадия предличинки – с момента вылупления до перехода на смешанное питание (Этап А по Васнецову) относится к эмбриональному периоду развития. Личиночный этап начинается с начала смешанного питания до завершения метаморфоза.

В рамках темы необходимо также изучить внутривидовые биологические группы рыб, внутривидовую разнокачественность, повышающую эффективность размножения рыб в природных условиях, четко представлять влияние факторов среды (абиотических и биотических) на выживание рыб в природных условиях на разных этапах онтогенеза, знать критические периоды развития рыб, величину выживания, определять промысловый возврат и оценку эффективности рыбоводства.

При подготовке к занятиям рекомендуется составить конспекты по основным положениям теории этапности развития рыб В.В. Васнецова для биологического обоснования биотехники рыбоводных процессов, по теории экологических групп рыб С.Г. Крыжановского и ее значение для рыбоводства. Знать особенности изменения газового режима в прудах (суточные, сезонные, временные), влияния на развитие и рост рыб температуры, солености, течения, освещенности, активной реакции среды, основные показатели и биологические особенности роста рыб.

Вопросы для самоконтроля:

1. Особенности развития икры рыб разных экологических групп.
2. Сущность теории этапности развития рыб по В.В. Васнецову. Значение теории этапности в понимании развития рыб и их выращивания.
3. Влияние внешней среды на выживаемость рыб: абиотических (температура, свет, газовый и гидрохимический режимы,) и биотических (микрофлора, растительность, кормовая база, хищничество) факторов.
4. Влияние оптимальной и пороговой температуры на развитие рыб, способы определения температурного порога.
5. Понятия об основных показателях выживаемости рыб (промысловом возврате, биологической выживаемости, рыбоводном коэффициенте) и их значение для рыбоводства.
6. Биологические основы роста и увеличения массы тела рыб. Биологические факторы, влияющие на скорость роста у объектов рыбоводства: возраст рыбы, условия нагула и кормления, упитанность и жирность, численность, обмен веществ и др. Мечение рыб.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 4, 6, 7, 14-21].

Практическое занятие № 4

Тема: Биологические основы размножения рыб, половая зрелость, созревание, плодовитость

Цель занятия: Изучить биологические основы размножения рыб, особенности развития половых клеток, шкалы зрелости половых желез самок и самцов, закономерности формирования плодовитости. Освоить способы определения рабочей плодовитости.

Теоретическая часть

Понятие *размножение рыб* включает: развитие половых желез, нерест, оплодотворение, эмбриональное и постэмбриональное развитие. Размножение возможно только при наступлении половой зрелости рыб, т.е. созревании их половых продуктов (у самок яйцеклеток, у самцов

сперматозоидов). Половая зрелость у отдельных видов рыб наступает в различном возрасте. Так, большинство карповых, окуневых лососевых рыб достигают половой зрелости в 6-12 лет. Осетровые половой зрелости достигают в 6-12 лет (белуга – 10-16 лет). Половая зрелость у самцов наступает на 1-2 года раньше, чем у самок.

Нормальное созревание половых клеток – оогенез у самок и сперматогенез у самцов – происходит только при благоприятных условиях обитания. Низкие температуры, а также недостаточное питание могут приостановить процесс созревания половых желез. Каждая половая клетка, прежде чем она окончательно созреет, должна пройти в своем развитии ряд стадий. При этом различают два процесса: 1 – период достижения половой зрелости, начиная от возникновения первичных половых клеток и кончая образованием зрелых половых продуктов; 2 – периодическое созревание определенной части половых продуктов в течении межнерестового периода (*после достижения половой зрелости*). Первый период более длительный, второй у разных видов рыб занимает разное время. Так, сазан, лещ размножаются ежегодно, а осетровые рыбы через 3-5 лет, тихоокеанские лососи после нереста погибают.

Стадию зрелости половых желез можно определить при помощи шкал зрелости. Для карповых и окуневых рыб существуют шкалы С.И. Кулаева и В.А. Мейена, для осетровых – шкалы А.Я. Недошивина, А.В. Лукина и И.Н. Молчановой.

О.Ф. Сакун и Н.А. Буцкая разработали две универсальные шкалы для всех промысловых групп рыб. На основании этих двух шкал разработана единая универсальная шкала зрелости половых желез самок и самцов.

Плодовитость рыб, как и других животных, это приспособление, обеспечивающее сохранение вида в тех условиях, в которых он возник и существует. Большая плодовитость вырабатывается при условии более высокой смертности, в частности, при более интенсивном выедании хищниками. Количество икры находящееся в яичниках рыбы, называется *индивидуальной, абсолютной или общей плодовитостью*. Наиболее плодовитые рыбы имеют более мелкую икру и наоборот. Например: диаметр икры сазана 1,5-2 мм, щуки – 2,5 мм, осетра – 2,8-3,8 мм, лосося – 5-7 мм.

Абсолютную плодовитость обычно определяют весовым методом учета икры. Для этого у измеренной и взвешенной рыбы вынимают ястыки (яичники), взвешивают и от них берут навеску от 1,5 до 10 г. Просчитывают число икринок в навеске и делают пересчет на всю массу ястыка. *Рабочая плодовитость* – это количество зрелых икринок, полученное от одной самки для искусственного осеменения.

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 4:

1. Изучить особенности размножения ценных объектов промысла и аквакультуры, знать сроки наступления половозрелости (осетровых рыб, лососевых, карповых и др.).
2. Изучить основные этапы оогенеза и сперматогенеза рыб, строение яиц и спермиев рыб. Рассмотреть отпрепарированный яичник рыбы. Зарисовать и описать шкалу зрелости половых желез самок по Сакун и Буцкой (табл. 4.1)

Таблица 4.1 – Шкала зрелости половых желез самок

Стадия	I	II	III	IV	V	VI-II
Степень развития ооцитов	оогонии	1)оогонии, 2) ооциты протоплазматического роста,	1)оогонии, 2)ооциты протоплазматического роста, 3)Ооциты трофолазматического роста	1)оогонии, 2)ооциты протоплазматического роста, 3) завершение трофолазматического роста	1)оогонии, 2) ооциты протоплазматического роста, 3)Зрелое яйцо	1)оогонии, 2)Ооциты протоплазматического роста, 3)резорбция клеток старшей генерации (пустые фолликулы)
Рисунок						

3. Описать способы определения рабочей относительной и абсолютной плодовитости самок рыб. Методы определения качества половых клеток самцов.

Методические рекомендации по выполнению задания:

При изучении темы необходимо четко знать определения таких понятий, как размножение, половая зрелость, абсолютная и рабочая плодовитость рыб. Изучить универсальную шкалу зрелости, разработанную О.Ф. Сакун и Н.А. Буцкой, основные этапы овогенеза и сперматогенеза рыб.

Вопросы для самоконтроля:

1. Факторы, влияющие на наступление половой зрелости
2. Половые клетки и особенности развития.
3. Оогенез рыб и факторы, влияющие на него. Шкала зрелости яичников самок рыб.
4. Сперматогенез рыб, шкала зрелости семенников рыб.
5. Понятие о микрополе и анимальном полюсе ооцита.
6. Строение и химический состав яиц и спермиев рыб. Источники энергии движения спермиев.
7. Синхронное и асинхронное развитие ооцитов, плодовитость самок.
8. Основные способы определения рабочей плодовитости, методы учета количества икры (объемный и весовой).
9. Биологическое значение для рыб порционного икрометания

Рекомендуемая литература: [1, 4, 6, 7, 14].

Практическое занятие № 5

Тема: Эколого-физиологические основы управления половыми циклами рыб при их заводском воспроизводстве. Экологический и физиологический методы

Цель занятия: Изучить экологический метод управления половыми циклами рыб и историю разработки метода гипофизарного инъецирования созревания рыб (физиологического метода)

Теоретическая часть

В настоящее время при управлении половыми циклами рыб применяется 3 основных метода: экологический, физиологический и эколого-физиологический. Экологический метод – основан на длительном выдерживании производителей до тех пор, пока их половые продукты не достигнут необходимой степени зрелости. Второй метод – физиологический – метод гипофизарных инъекций, стимулирующих быстрое созревание половых продуктов у рыб.

Экологический метод был разработан А.Н. Державиным, на основе опытов, проводившихся им с севрюгой и осетром в бассейнах с круговым течением (по типу Вашингтонских бассейнов). Экологический способ был разработан А.Н.Державиным, на основе опытов, проводившихся им с севрюгой и осетром в бассейнах с круговым течением (по типу Вашингтонских бассейнов).

Экологический способ основан на имитации природной обстановки на нерестилище. При выдерживании производителей следует создавать условия внешней среды, соответствующие естественным, в которых происходит развитие половых продуктов.

Поскольку в природе икра и сперма у осетровых созревают во время хода рыб на нерест против течения воды, то этот фактор А.Н. Державин считал основным, влияющим на ускорение созревания половых продуктов. Он рекомендовал для выдерживания и получения зрелых производителей использовать овальные садки длиной 25 м, шириной 6 м и глубиной до 1,2 м, в которых создавалось течение и имитировались речные условия (быстротоки и

приглубые места). На дно таких садков насыпается галька. Водоснабжение в садке механическое, расход воды 20 л/сек.

Опыт работы с садками А.Н.Державина показал, что экологический метод как метод управления переходом рыб в нерестовое состояние не удовлетворяет требованиям производства: он не поддается четкому планированию ни в отношении количественных показателей (созревает только 1/3 производителей), ни в отношении календарных сроков (трудно определить момент, когда надо брать икру). Этих недостатков лишен физиологический способ.

Физиологический способ (способ гормонального воздействия) независимо друг от друга и различными путями разработали два исследователя – Иеринг в Бразилии (1935) и Н.Л. Гербельский в СССР (1936).

В 20–х и 30–х годах прошлого века многочисленными исследованиями советских и иностранных ученых было установлено, что в регуляции половых функций организма млекопитающих принимают участие особые вещества, выделяемые в кровь половыми железами и нижним мозговым придатком – *гипофизом*, железой внутренней секреции.

Опыты Гербельского показали, что при помощи инъекций препаратов гипофиза можно получить зрелую икру от рыбы, имеющей IV стадию зрелости гонад. В естественных условиях переход рыбы в нерестовое состояние осуществляется при наличии определенных факторов внешней среды. Они воспринимаются органами чувств – анализаторами, а через них действуют на центральную нервную систему – на гипоталамус, который выделяет гормон, активизирующий гормональную деятельность гипофиза; выделяемый гипофизом гонадотропный гормон поступает в кровь и стимулирует созревание половых клеток у рыб.

В семенниках переход в нерестовое состояние характеризуется полным превращением сперматид в спермии, переполнением долек, лопастей семенника и канала семенника спермиями и вытеканием наружу.

Перед началом работ по инъекционному производству производителей заготовленные гипофизы растирают в фарфоровой ступке в порошок, затем заливают физиологическим раствором (6,5 г поваренной соли на 1 л воды) и тщательно перемешивают.

Полученную суспензию гипофиза вводят с помощью шприца в спинные мышцы производителей.

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 5:

1. Изучить методы управления половыми циклами рыб при их искусственном воспроизводстве.
2. Описать методы заготовки и ацетонирования гипофизов рыб, способы тестирования активности гипофизов.
3. Дать объяснение сезонным изменениям гонадотропной активности гипофиза рыб.
4. Изучить основные принципы применения метода гипофизарных инъекций, при стимулировании созревания самок: а) осетра; б) карпа.

Определить коэффициент поляризации яиц осетровых (на фиксированном материале, взятых методом биопсии) используя формулу:

$$k = \frac{l}{L} \quad (5.1)$$

где l – расстояние от ядра (верхнего края зародышевого пузырька) до анимального полюса ооцита, L – расстояние от анимального до вегетативного полюса (без оболочек).

По величине коэффициента поляризации определить степень зрелости ооцитов рыб по методу М.С. Чабанова. По результатам бонитировки определить количество производителей (%) наиболее подготовленных к нересту.

По данным М.С. Чабанова, коэффициент поляризации K_p (k) расшифровывается следующим образом: $K_p < 0,05$ - перезревшие отсаживаются на нагул; $K_p = 0,05-0,10$ – зрелые-1

при достижении нерестовых температур немедленно инъецируются любым препаратом; Кп = 0,10-0,12 – зрелые-2 при достижении нерестовых температур могут выдерживаться в течение 2-3 суток; Кп = 0,12-0,15 - близкие к созреванию; Кп = 0,15-0,18 - способные к созреванию; Кп = 0,18 < - незрелые.

Описать метод определения зрелости осетровых при использовании УЗИ.

Методические рекомендации по выполнению задания:

При изучении темы необходимо ознакомиться с современными достижениями в области использования гормональных препаратов для инъецирования созревания производителей ценных видов рыб. Изучить историю возникновения метода гипофизарных инъекций. Знать строение гипофиза рыб и механизм влияния выделяемыми им гонадотропинами на созревание гонад. На практических занятиях научиться заготавливать гипофизы рыб – самостоятельно препарировать железу, проводить ацетонирование гипофизов и рассчитывать дозу для предварительной и завершающей инъекций для стимулирования созревания производителей рыб.

Вопросы для самоконтроля:

1. Экологический и физиологический методы управления половыми циклами рыб.
2. Изменение гонадотропной активности гипофиза рыб в зависимости от времени (сезона) года.
3. Видовая специфичность гонадотропных гормонов гипофизов рыб.
4. Заготовка гипофизов, ацетонирование гипофизов, условия хранения.
5. Определение гонадотропной активности, биологические тест-объекты.
6. Дозировка гипофизов при инъекции.

Рекомендуемая литература [1, 4, 6 – 8, 11-20].

Практическое занятие № 6

Тема: Эколого-физиологические основы управления половыми циклами рыб при их заводском воспроизводстве. Эколого-физиологический метод

Цель занятия: Изучить эколого-физиологический метод управления половыми циклами рыб и оценить его значение для рыбоводства

Теоретическая часть

Эколого-физиологический метод является третьим методом управления половыми циклами рыб при их заводском воспроизводстве (как мы отмечали выше, в настоящее время при управлении половыми циклами рыб применяется 3 основных метода: экологический, физиологический и эколого-физиологический).

Эколого-физиологический метод представляет собой сочетание гипофизарных инъекций с выдерживанием производителей в условиях, близких к нерестовым.

Применение третьего метода позволяет получать зрелые половые продукты от незрелых производителей, отловленных в низовьях рек (осетровые) или на пути нерестовых миграций, что особенно важно при зарегулированном стоке, когда обычные места нереста становятся недоступными для рыб.

В настоящее время применяют комбинированный метод, который в себе сочетает два метода – экологический и физиологический. Сущность этого метода заключается в том, что в начале производителей выдерживают в специальных садках (водоемах), а затем производят гипофизарную инъекцию.

Примером эколого-физиологического метода является содержание осетровых в садках Куринского типа. Они представляют собой земляной водоем, разделенный на три отсека перегородками, дно покрыто галькой. Сначала заготовленные самцы и самки сидят вместе в

третьем отсеке. При наступлении нерестовых температур 10-16 °С для осетра, самцов отсаживают во второй отсек, затем через 2-3 дня необходимому количеству самок и самцов делают гипофизарную инъекцию.

Кроме этих садков для осетровых применяются бассейны конструкции Б.А. Казанского с рециркуляционной системой водоснабжения и регулируемой температурой воды. При наступлении нерестовых температур производителям делаются гипофизарные инъекции.

Для повышения эффективности работы с производителями осетровых были предложены повторные (дробные) или градуальные инъекции. При этом, во время первой инъекции вводится небольшая часть препарата, а через несколько часов основная дозировка. Градуальные инъекции были предложены для получения зрелых половых клеток у севрюги в случаях, когда поляризация ооцитов не была завершена. При этом первая инъекция приводила к перемещению ядра к оболочкам ооцита на анимальном полюсе, а вторая к созреванию.

При приготовлении порошка гипофиза и введении суспензии возможны потери препарата. В связи с этим для упрощения работы с гормональным препаратом на заводах предлагается использование глицериновой вытяжки из аустионированных гипофизов осетровых. При использовании глицеринового препарата возможно точное его дозирование, не происходит потерь при инъектировании, препарат удобен в употреблении.

Эколого-физиологический способ Б.Н. Казанского. При существующей биотехнике осетроводства сроки получения зрелых половых продуктов и личинок, определяются сезоном размножения осетровых. Поэтому обычно осетроводные заводы эффективно работают только около трех месяцев в году, осуществляя при этом лишь один весенний цикл (Волга, Урал, Дон, Кубань). Такая односезонность в работе осетровых заводов объясняется невозможностью при принятой биотехнике получать от производителей потомство в более поздние сроки для обеспечения в том же году повторного производственного цикла.

С целью ликвидации узкой односезонности и осуществления резкой интенсификации работы осетроводных заводов был предложен способ получения зрелых половых продуктов и личинок по непрерывному графику с ранней весны до середины лета, с учетом возможности организации в том же году повторных осетроводных циклов. Методика основана на применении "закономерности смены фаз регуляции и стадийности гаметогенеза рыб".

Это стало возможным благодаря способности ооцитов длительно задерживаться при некоторых условиях в преднерестовом состоянии (завершенная IV стадия зрелости гонад) без нарушения способности к дальнейшему нормальному размножению.

На основе этой закономерности разработана и успешно прошла производственное испытание методика получения разносезонного потомства от исходно однородных по сезону размножения производителей осетровых путем задержки самцов и самок на разные сроки в преднерестовом состоянии. Таким способом можно получить потомство от отсаженного весной осетра в любое последующее время вплоть до середины лета. Благодаря этому можно обеспечить в том же году повторный цикл работ.

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 6:

1. Изучить методы управления половыми циклами рыб, разработанные Державиным, Гербильским, Казанским.
2. Изучить основные принципы применения метода гипофизарных инъекций, его роль и значение в интенсификации рыбоводства.
3. Приготовить суспензию гипофиза сазана для инъектирования созревания самки карпа массой 2 кг (варианты: 2,5 кг, 3кг, 3,5 кг), при температуре 17-18 °С (19 °С).

Пример: приготовление гипофизарной суспензии для стимулирование созревания рыбы массой 3 кг при температуре 17-18 °С:

При нерестовой температуре воды получение зрелых производителей обеспечивается однократной инъекцией. Доза гипофиза составляет 2-2,5 мг на 1 кг массы для самки. Однако

при температуре 17-18 °С необходимо гонадотропин вводить дробно: предварительная доза должна составлять 0,5 мг, разрешающая - 2,5 мг на 1 кг.

Гипофизы взвешивают – 9 г и измельчают в фарфоровой ступке, добавляют несколько капель физиологического раствора (6,5 г химически чистой поваренной соли, растворенной в 1 л дистиллированной воды) и повторно растирают до образования однородной массы, после чего приливают 1,8 мл физиологического раствора, получают концентрацию 0,5 мг в 0,1 мл. Препарат готовят непосредственно перед инъекцией. Соответственно, предварительная доза будет составлять: $0,5 \text{ мг} \cdot 3(\text{кг}) = 1,5 \text{ мг}$ на рыбу или 0,3 мл суспензии. Через 12 – 24 часов (в зависимости от температуры) вводится разрешающая доза, равная 7,5 мг гипофиза сазана, или 1,5 мл суспензии.

При температуре 19-20 °С первая доза составляет 0,3 мг, вторая – 2,0 мг на 1 кг массы самки;

Гонадотропный гормон гипофиза вводится с помощью шприца в спинную мышцу передней части тела ниже основания спинного плавника. Необходимое количество гипофиза определяют в зависимости от температуры воды, пола, массы рыбы и активности препарата. Обычно самкам вводят предварительную (небольшую – от 1/8 до 1/3 всей дозы препарата) и разрешающую (большую) дозу. Самцам вводится инъекция в один прием и её количество в 2 раза меньше, чем самкам.

Методические рекомендации по выполнению задания:

При изучении темы необходимо ознакомиться с современными достижениями в области использования гормональных препаратов для инъекирования созревания производителей ценных видов рыб. Изучить историю возникновения метода гипофизарных инъекций. Знать строение гипофиза рыб и механизм влияния выделяемыми им гонадотропинами на созревание гонад. На практических занятиях научиться заготавливать гипофизы рыб – самостоятельно препарировать железу, проводить ацетонирование гипофизов и рассчитывать дозу для предварительной и завершающей инъекций для стимулирования созревания производителей рыб.

Изучить методы использования гормонов теплокровных животных и синтетических рилизинг-гормонов, применяемых в рыбоводстве для стимулирования созревания рыб.

Изучить влияние основных экологических факторов на осеменение и инкубацию икры рыб, значение температуры, химического состава воды, освещения и солнечной радиации, наличия кислорода, углекислоты, уровня РН воды и других факторов на процесс осеменения. Освоить особенности отбора икры и спермы из полости тела разных видов рыб, контроля эмбрионального развития оплодотворенной икры во время инкубации. Знать основные способы искусственного осеменения рыб, методы определения качества икры и спермы до осеменения, процента оплодотворения и развития в эмбриогенезе.

Знать особенности биотехники выращивания молоди рыб, пути повышения ее жизнестойкости.

Вопросы для самоконтроля:

- 1 Основные принципы применения метода гипофизарных инъекций, его роль и значение в интенсификации рыбоводства
2. Гормональные препараты теплокровных животных и другие заменители гипофиза рыб.
3. Методы управления половыми циклами рыб.
4. Осеменение икры и подготовка к инкубации
5. Определение эффективности искусственного рыборазведения.

Рекомендуемая литература: [1, 4, 6 – 8, 11-20]

Практическое занятие № 7

Тема: Биологические основы получения зрелых половых клеток и осеменения икры от рыб разных видов. Биологическое обеспечение условий инкубации икры и выращивания молоди рыб

Цель занятия: Изучить способы осеменения икры. Знать о влиянии на осеменение возраста производителей, температуры, химического состава воды, нерестового субстрата, а также основные этапы биотехнологии их разведения: осеменение икры, инкубация, выращивание личинок, мальков и товарного выращивания ценных объектов рыбного хозяйства

Теоретическая часть

После получения зрелых половых продуктов, определения их качества и учета приступают к осеменению икры. Основная задача искусственного осеменения создать условия, обеспечивающие проникновение сперматозоида в яйцеклетку.

Способы осеменения икры. Если естественное икротетание происходит при наличии комплекса условий – определенной нерестовой ситуации, контролируемой нейрогормональной системой самих производителей, то при искусственном осеменении рыбовод должен знать, в каких пределах допустимо отклонение от нормы каждого элемента, составляющего этот природный комплекс: погода, температура воды, ее рН, мутность, содержание кислорода, солей, углекислоты и т.д. Исходя из представления о характере естественного икротетания, рыбовод должен уметь управлять процессом осеменения, применения разных концентраций спермы или длительности контакта спермиев и икринок с водой до осеменения, а также друг с другом при осеменении. От рыбовода в большой мере зависит качество половых продуктов, используемых для осеменения и выбор способа осеменения.

Существуют три способа осеменения икры: сухой, полусухой, мокрый.

В практике искусственного рыборазведения ведущее место занимают сухой и полусухой способы для таких рыб, как лососевые, карповые, осетровые. Этот способ дает хорошие результаты при соблюдении определенных условий. Одним из них является учет длительности контакта яиц и спермиев в смеси с водой. Не у всех рыб спермии активизируются в полостной жидкости и лишь при разбавлении водой приобретают активность и сохраняют жизнеспособность при контактировании воды и полостной жидкости, в которой находится икра.

Сперма после контакта с водой активизируется, однако скорость движения спермиев в воде снижается довольно быстро. Спермии форели спустя 4 секунды после активации водой снижают скорость движения, а через 8 секунд вдвое снижается скорость движения. Спермии белуги уже спустя 2 минуты после активации водой двигаются со скоростью, которая составляет 72% от их первоначальной. У карпа в прудовой воде только отдельные спермии сохраняют способность к движению изредка до 2 минут. Большая часть спермиев карпа прекращает всякое движение чаще всего уже спустя 30-50 секунд после активации водой. У горбуши и кеты, нерестующих на быстром течении, подвижность спермы в воде сохраняется лишь на протяжении 10-15 сек. У русского осетра и севрюги, нерестующих на более медленном течении подвижность сохраняется около 230-290 сек.

Подготовка икры к инкубации. После осеменения с икринкой происходят некоторые изменения. Икринка начинает впитывать воду через перфорированную оболочку – хорион. Например, у лососевых в первые 40 мин. эластичность икры возрастает, затем, постепенно усиливаясь, достигает максимума через 3 часа после оплодотворения. После оплодотворения икринка под действием воды выделяет в перивителлиновое пространство осмотически активные вещества, которые впитывают воду под оболочку. К этому времени нарушенная оболочка-хорион – еще окончательно не затвердела. Отвердев, она определяет готовность икры к инкубации.

В настоящее время применяют аппараты, позволяющие механизировать процесс обесклеивания. Один из таких аппаратов созданный Орловым, представляет собой цилиндр с двойным дном, соединенный с системой подачи воздуха от компрессора. Обесклеивание производят следующим образом. В цилиндр подают воздух, затем в него наливают обесклеивающую жидкость и регулируют краном расход воздуха таким образом, чтобы воздушные пузырьки интенсивно перемешивали ее с помощью перфорированного вкладыша, жестко закрепленного в нижней части емкости.

На осетровых заводах для обесклеивания икры применяют аппарат, типа АОИ (аппарат обесклеивания икры), представляющий собой трубчатую раму, на которой размещено 5 сосудов для обесклеивания икры, снабженных водосборниками и трубками для слива воды. На раме вмонтирован откидной столик для емкостей с отмытой икрой и сливной лоток. В сосуды, куда с помощью гибких шлангов подводят воду и воздух, заливают раствор воды с обесклеивающей жидкостью и закладывают 10-15 кг оплодотворенной икры. Подаваемый снизу воздух перемешивает икру и воду, в результате чего происходит ее обесклеивание. Обесклеенную икру промывают и сливают в приготовленные на столике емкости.

На Великолукском рыбоводном комбинате разработано устройство для механизированной отмытки икры карповых рыб одновременно в 10 тазах. Оно состоит из сварной рамы, горизонтальных валиков, электродвигателя, клиноременной передачи. Рабочие валики снабжены птичьими перьями. Скорость вращения валиков 1 об/сек. Процесс подготовки к инкубации завершается набуханием икры.

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 7:

1. Изучить методы осеменения икры и подготовки её к инкубации.
2. Описать методы осеменения икры: сухой, мокрый, полусухой. Для каких видов рыб эти методы используются (данные занести в таблицу 7.1).

Таблица 7.1 - Методы осеменения икры, используемые в рыбоводстве (* - пример)

Виды рыб	Сухой	Полусухой	Мокрый
форель*	да	нет	нет
Карп			
.....			

3. Описать метод определения процента оплодотворения икры и процента развивающихся эмбрионов в течение эмбриогенеза.

4. Изучить особенности биотехники выращивания молоди рыб, пути повышения ее жизнестойкости, критерии качества. Отработать технику определения под биноклем длину, высоту тела, площадь желточного мешка личинок и показатели молоди карпа или других видов (фиксированный материал) (табл. 7.2).

Зарисовать личинок. Привести схему измерений основных показателей личинок.

Таблица 7.2 – Морфологические показатели личинок и молоди рыб (* - пример)

Вид рыбы, возраст	Длина тела, мм	Высота тела, мм	Диаметр желточного мешка, мм	Площадь желточного мешка, мм ²	Масса, мг
Карп, 1 сутки*	4,46±0,35	1,71±0,07	1,59±0,33	2,12±0,55	1,55 ±0,55
....					

Методические рекомендации по выполнению задания:

При изучении темы необходимо изучить влияние основных экологических факторов на осеменение и инкубацию икры рыб, значение температуры, химического состава воды, освещения и солнечной радиации, наличия кислорода, углекислоты, уровня pH воды и других факторов на процесс осеменения.

Освоить особенности отбора икры и спермы от разных видов рыб, контроля эмбрионального развития оплодотворенной икры во время инкубации. Знать основные способы искусственного осеменения рыб, методы определения качества икры и спермы до осеменения, процента оплодотворения и развития в эмбриогенезе. Знать технику осеменения икры и подготовки к инкубации. Уметь определять эффективность искусственного рыборазведения. Знать критерии определения качества зрелых половых клеток рыб, предличинок и личинок. Знать особенности биотехники выращивания молоди рыб, пути повышения ее жизнестойкости.

Измерение личинок следует проводить под биноклем при увеличении 4x8, 2x8 или 1x8 (ок./об.), в зависимости от размера личинок, поместив их в камеру Богорова или на предметное стекло с каплей воды. Масса личинок определяется на торсионных или аналитических весах после подсушивания (убирая капли воды) на фильтровальной бумаге.

Вопросы для самопроверки:

1. Оценка качества производителей по морфо-физиолого-биохимическим показателям.
2. Гипофизарные инъекции с учетом биологической активности гипофизов, температуры, пола рыбы.
3. Влияние внешних условий на действие гипофизарных инъекций и на качество икры.
4. Определение степени зрелости икры и готовности ее к осеменению.
5. Оценка качества половых клеток.

Рекомендуемая литература [5, 7, 9-15]

Практическое занятие № 8

Тема: Биологические основы подготовки рыб к выпуску в рыбохозяйственные и естественные водоемы. Защита рыб от попадания в водозаборные сооружения.

Цель занятия: Изучить основы использования новейших научных достижений, для совершенствования биотехники получения жизнеспособного потомства ценных видов рыб для зарыбления рыбохозяйственных и естественных водоемов.

Теоретическая часть

Наиболее сложным процессом биотехнологии получения жизнестойкого потомства ценных видов рыб в искусственных условиях является инкубация икры и выращивание ранней молоди до завершения метаморфоза. При инкубации (т.е. когда идет процесс эмбриогенеза) необходимы благоприятные условия для нормального развития эмбрионов.

В практике рыбоводства существует два метода инкубации, это внезаводской, когда инкубационные аппараты устанавливаются в естественном водоеме, и заводской, когда аппараты для инкубации устанавливаются в специальном помещении. Аппараты, устанавливаемые в естественном водоеме, представляют собой сетчатые ящики с крышкой. Используются для инкубации икры леща, осетра и судака.

Установку таких аппаратов в водоем осуществляют несколькими способами:

1) Несколько аппаратов последовательно крепят друг к другу веревками за кольца. Такую сеть плавучих аппаратов устанавливают на течении недалеко от берега.

2) Аппараты устанавливают на деревянную раму - плот, которая закрепляется якорями на участках водоема с умеренным течением.

Однако этот способ инкубации имеет много недостатков и в последнее время применяется весьма редко. Во время шторма много икринок гибнет от механических повреждений; нефтепродукты, попадая в инкубационные аппараты, увеличивают отход икры; при уменьшении скорости течения воды в реке, водообмен в аппаратах становится незначительным и отход икры увеличивается.

Инкубационный цех снабжается чистой профильтрованной водой. Кроме того, имеется специальная емкость для создания запаса воды на случай аварии. Для сброса воды из цеха существует канализация. В цехе предусмотрена комната для дежурных, лаборатория, помещения для отбора икры, или операционная. Окна закрываются шторами, т.к. у некоторых видов эмбриогенез проходит в темных условиях. Икра инкубируется в специальных аппаратах. Они бывают горизонтального и вертикального типа. Примером аппарата вертикального типа может служить аппарат Вейса, а горизонтального – лотковый аппарат

В период инкубации проводят контроль за водообменом. Расход воды определяется видовыми особенностями выращиваемых рыб, конструктивными особенностями инкубационных аппаратов и мощностью водоисточника. На разных предприятиях он варьирует в больших пределах, от 0,5 до 30 л/сек. В течение периода инкубации расход воды регулируется. Рамки с икрой очищают от взвешенных частиц.

Отбор погибшей икры проводят специальными пинцетами с колечками из нержавеющей стали на концах.

Постоянно ведут борьбу с сапролегнией, для этого икру помещают в 0,002%-ный раствор малахитового зеленого или 0,5% раствор формалина. Инкубационные аппараты перед загрузкой икры дезинфицируют 0,05%-ным раствором марганцевокислого калия.

Вылупление личинок растянуто, и подолжается от нескольких часов до нескольких суток.

Продолжительность инкубации зависит от температуры воды. Чем ниже температура воды, тем продолжительнее сроки инкубации.

В бассейнах Баренцева, Белого и Балтийского морей икра атлантического лосося (семга, балтийский лосось) инкубируются с сентября-октября по апрель-май, т.е. в течение 180-210 суток. При этом, когда закладывают икру на инкубацию $t = 6-7^{\circ}\text{C}$, зимой она снижается до $0,5-0,1^{\circ}\text{C}$. Весной, когда идет вылупление температура воды повышается до 6°C и выше.

Инкубация икры сигов происходит в основном при $t^{\circ} 0,1-3^{\circ}\text{C}$. Инкубационный период сигов длится 185-205 суток.

В дельте реки Волги инкубация икры белорыбицы продолжается 140 суток. При температурах в декабре $0,1-2,5^{\circ}\text{C}$, январе – феврале $0,1-0,5$, марте – $0,2-2,9^{\circ}\text{C}$.

У осетровых инкубация длится несколько суток и зависит также от температуры воды. Инкубация икры белуги длится 5-14 суток при $9,5-17^{\circ}\text{C}$, осетра – 5-10 суток при $12-20^{\circ}\text{C}$.

Разработаны специальные графики зависимости продолжительности инкубации от температуры воды. В аппаратах создают оптимальные условия для процесса дыхания зародышей. Поступающая вода должна быть определенного качества: рН – не выше 7,5-8,0 и не ниже 6,5; окисляемость – не выше 5-15 мг $\text{O}_2/\text{л}$; содержание кислорода на вытоке не ниже 6-8 мг/л.

Выход свободных эмбрионов из оболочек в период окончания инкубационного процесса происходит не одновременно. Сначала появляются единичные экземпляры, они называются предличинками. Предличинки, вышедшие в разное время, отличаются друг от друга.

Например, первые предличинки осетровых имеют едва заметные зачатки грудных плавников. Их кровь бесцветна или окрашена в желтоватый цвет. Они не имеют пигмента в глазах. Предличинки массового выхода имеют четко выраженные зачатки грудных плавников, розовую или красноватую кровь, хорошо выраженное пигментное пятно в глазах.

Длительность периода вылупления зависит от условий, как в период эмбриогенеза, так и в период его завершения.

Существует несколько *методов подращивания* личинок:

1. *Бассейновый* метод. Наиболее часто используется при подращивании осетровых рыб.
2. *Лотковый* метод. Применяют при подращивании лососевых и реже карповых и осетровых.
3. *Прудовый* метод. Применяют при подращивании карповых, реже сиговых.
4. *Садковый* метод. Этот метод применяют при подращивании личинок осетровых, карповых, сиговых рыб.

К числу важнейших факторов, определяющих рост и выживаемость личинок различных видов рыб в период подращивания, следует отнести температуру воды, содержание кислорода в воде, кормовую базу или обеспеченность пищей, наличие в воде хищников.

В зависимости от целей рыборазведения молодь, достигшая жизнестойких стадий, выпускается в естественные водоемы или размещается на дальнейшее выращивание.

При выпуске молоди в естественные водоемы, она очень часто подвергается негативным воздействиям (хищники, гидрологические условия и т.д.) Поэтому *выпуск молоди* и размещение ее на местах откорма является одним из важных звеньев биотехнологического процесса.

Выпуск – очень сложный процесс, так как молодь, выращенная в искусственных условиях, приобретает признаки одомашнивания и трудно привыкает к условиям внешней среды.

Поэтому молодь осетровых обязательно вывозят на опресненные морские участки, размещают на местах откорма и никогда не выпускают возле завода, чтобы исключить нападение хищников. Сотрудниками Азовского НИИ рыбного хозяйства разработан метод снятия эффекта одомашнивания за счет организации буферных водоемов. Заводскую молодь осетровых рыб размещают в водоеме, промежуточном между прудом и морем – лимане. Эти водоемы отличаются благоприятным гидрохимическим режимом и обильной кормовой базой. А через некоторое время ее выпускают в море.

В некоторых случаях молодь приучают к хищникам, помещая хищную рыбу в аквариуме в бассейн с молодь. После привыкания молодь выпускают в естественный водоем.

В хозяйствах товарного типа рыба, достигшая возраста сеголетка, отлавливается, проходит профилактическую обработку и размещается на зимнее содержание (зимовка), а по окончании этого процесса используется для *товарного выращивания*.

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 8:

1. Изучить влияние основных экологических факторов на осеменение и инкубацию икры рыб, значение температуры, химического состава воды, освещения и солнечной радиации, наличия кислорода, углекислоты, уровня РН воды и других факторов на процесс осеменения.

Таблица 8.1 – Благоприятные параметры среды для инкубации икры рыб (* - пример)

Условия среды	Температура, °С	рН	Содержание кислорода, мг/л	Освещение (темнота, рассеянное, яркий свет)
Икра: форели* карпа осетра щуки камбалы	9-12	7,5-8,0	8, не ниже 6	темнота

2. Изучить методы контроля эмбрионального развития оплодотворенной икры во время инкубации. Изучить метод определения содержания растворенного в воде кислорода по Винклеру.
3. Знать особенности биотехники выращивания молоди рыб, пути повышения ее жизнестойкости. Зарисовать инкубационные аппараты, применяемые в рыбоводстве, показать схемы поступления воды.

Методические рекомендации по выполнению задания:

При изучении темы необходимо изучить влияние основных экологических факторов на осеменение и инкубацию икры рыб, значение температуры, химического состава воды, освещения и солнечной радиации, наличия кислорода, углекислоты, уровня РН воды и других факторов на процесс осеменения. Освоить особенности отбора икры и спермы из полости тела

разных видов рыб, контроля эмбрионального развития оплодотворенной икры во время инкубации. Знать основные способы искусственного осеменения рыб, методы определения качества икры и спермы до осеменения, процента оплодотворения и развития в эмбриогенезе.

Знать особенности биотехники выращивания молоди рыб, пути повышения ее жизнестойкости.

Вопросы для самоконтроля:

1. Влияние среды на инкубацию икры.
2. Морфо-физиологические признаки перехода личинок на активное питание.
3. Выращивание молоди.
4. Промысловый возврат, биологическое выживание, рыбоводный коэффициент.

Рекомендуемая литература [1-7, 9, 15]

Практическое занятие № 9

Тема: Акклиматизация рыб и беспозвоночных. Рыбохозяйственная мелиорация. Биологические основы индустриального рыбоводства

Цель занятия: Изучить биологические основы акклиматизации гидробионтов и рыбохозяйственной мелиорации. Изучить основы индустриального и морского рыбоводства, возможность использования новейших научных достижений, для совершенствования технологий выращивания гидробионтов.

Теоретическая часть

Важнейшими методами повышения рыбохозяйственной ценности водоемов является акклиматизация рыб, кормовых и пищевых беспозвоночных.

Во внутренних водоемах России уже освоены промыслом десятки видов вселенцев. По имеющимся данным суммарный улов акклиматизированных рыб в России (озерах, реках, водохранилищах) на 1990 год составили более 20% от общих уловов во внутренних водоемах.

В результате акклиматизации в ряде водоемов создана новая промысловая ихтиофауна, которая в некоторых озерах и водохранилищах уже составляет 80% и более от общей добычи.

Акклиматизация кормовых беспозвоночных в естественных водоемах и водохранилищах повышает рыбопродуктивность в среднем на 20-30%, а в некоторых водохранилищах на 50% и более (например, водохранилища Волжского каскада).

Впервые теоретические основы акклиматизации гидробионтов были заложены в 1940 году Л.А. Зенкевичем. Значительный вклад в разработку этой теории внесли А.Ф. Карпевич, Л.Н. Гербицкий, Г.В. Никольский, Т.С. Расс.

Акклиматизация – это процесс приспособления вселенных в водоемы рыб и других гидробионтов и их потомства к новым условиям среды и формирование в результате этого новой популяции вида под действием естественного отбора. Гидробионты, приспособившись к новым условиям существуют за счет естественного воспроизводства. Этот процесс протекает медленно и связан с глубокой перестройкой, происходящей в организме.

Начальный этап акклиматизации организмов (первая фаза) начинается с их адаптации к новой среде, заключающейся в изменении и приобретении новых признаков, приобретенных в новых условиях. Чем короче биологический цикл вида, тем выше темп приспособления (или вымирания) к новым условиям. Например, мизиды, которые созревают на 45-е сутки, переселенные весной, к осени того же года образуют полноценную популяцию, состоящую из нескольких пометов интродуцированных особей и нескольких (до шести) поколений местного рождения.

Влияние элиминации (гибели организмов вследствие различных абиотических и биотических факторов внешней среды) и отбора могут происходить в течение 1-2-х лет. И, наоборот, формирование популяции длинноциклового вида протекает медленно, их адаптации даже в онтогенезе формируются очень медленно, а изменчивость популяционного характера проявляется через ряд поколений, у белуги, например, не ранее чем через 20-40 лет. Процесс акклиматизации можно считать законченным только при регулярном размножении особей новой популяции и особенно, если они благополучно перенесли крайние отклонения в среде обитания. При выборе форм для акклиматизации важно учитывать наследственную характеристику роста, общую его потенцию, а изменчивость роста, зависящую от условий среды, можно использовать в полезном направлении в новом местообитании.

Важно знать, в какую пищевую цепь вводится акклиматизант, ускорит или замедлит его направление круговорот веществ в пищевых цепях в водоеме. Наиболее рентабельными с точки зрения биологической стоимости и товарной ценности являются мирные виды со средней продолжительностью жизненного цикла (3-6 лет и высоким весовым ростом. Это бентофаги: сазан, усач, некоторые осетровые (бестер, ленский осетр), краб и другие.

Стоимость их пищевых цепей дороже, чем планктофагов, в 2-3 раза, а период созревания довольно большой (что увеличивает период оплаты съеденной в водоеме пищи), но эти рыбы имеют большой темп роста и более ценные в пищевом отношении.

Важным является вопрос вселения хищных рыб. Быстрорастущие относительно крупные хищники (обычно и быстро созревающие) обладают наиболее высоким сравнительным коэффициентом продуктивности (СКП), например, лососевые. Они вводят в круговорот дополнительные ресурсы (малоценных и сорных рыб), способствуют ускорению их оборота и, как правило, улучшают качество промысловой продукции.

Индустриальное рыбоводство – разведение и выращивание рыбы в небольших рыбоводных емкостях (бассейны, садки, установка оборотного водоснабжения, системы замкнутого водоиспользования) с применением пресной и морской воды, отличающиеся высокой интенсивностью и производительностью.

Индустриальное рыбоводство – новое направление рыбного хозяйства, которое имеет широкие перспективы развития. Технология индустриального рыбоводства основывается на выращивании рыбы при высокой плотности посадки путем создания благоприятных условий культивирования, кормлении полноценными кормами, механизации и автоматизации всех производственных процессов и получении товарной продукции в течение круглого года.

О высокой производительности аквакультуры можно судить по следующим цифрам.

При пастбищной аквакультуре выход продукции – до 100 кг/га, экстенсивной форме прудового хозяйства – до 1 т/га, интенсивной форме прудового хозяйства – до 10 т/га и более в условиях индустриальной аквакультуры. При замкнутом цикле водообеспечения – до 50-100 т/га.

При этом затраты природных ресурсов на 1 кг готовой продукции расходуется следующим образом:

- При пастбищном методе – 100 м² земли и 130 м³ воды.
- При традиционном экстенсивном прудовом методе – 10 м² земли, 10-20 м³ воды.
- При интенсивном прудовом способе – 1 м² земли, 5-10 м³ воды.
- В условиях индустриальной аквакультуры – 0,01 м² земли, 0,05 м³ воды.

Как известно, пресноводная аквакультура включает в себя: нагульное (пастбищное) рыбоводство, прудовое рыбоводство и индустриальное рыбоводство. Индустриальное рыбоводство состоит из бассейнового и садкового хозяйств, систем с оборотным водообеспечением (СОВ), рыбоводных цехов и установок с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ).

Бассейновые хозяйства. Преимущества выращивания рыб в бассейнах:

1. Высокая плотность посадки благодаря интенсивному водообмену.
2. Компактное размещение бассейнов, экономия земельного фонда.
3. Постоянный визуальный контроль за выращиваемой рыбой, её состоянием.

4. Возможность обратного водоснабжения
5. Хорошая промываемость, а, следовательно, слабое накопление илов, легкая очистка.
6. Отсутствие застойных зон.
7. Минимальные потери от хищников.
8. Благоприятные условия механизации и автоматизации облова и кормления.

Преимущества организации садковых хозяйств. Зародившись на базе традиционных форм ведения прудового хозяйства, садковое рыбоводство обладает рядом преимуществ, что делает перспективным выращивание рыбы в садках:

1. Садковое хозяйство можно располагать непосредственно в водоемах, в том числе комплексного назначения, что позволяет использовать одними и те же водные ресурсы как для рыбоводства, так и других отраслей народного хозяйства.
2. Не требуется изъятия значительных площадей земли из сельскохозяйственного оборота, так как выращивание рыбы происходит в садках непосредственно в водоемах. На берегу располагаются лишь подсобные помещения и жилые дома. Затраты на основные рыбоводные фонды и гидротехнические сооружения в садковых хозяйствах значительно меньше, чем в прудовых хозяйствах.

В марикультуре можно выделить три основных вида хозяйств:

Пастбищное, нагульное (товарное) и полносистемное.

Пастбищное морское рыбоводство основывается на искусственном воспроизводстве различных рыб, выращивании молоди до жизнестойких стадий и возраста за счет потребления естественных кормовых ресурсов морских водоемов. При этом особо положительный эффект получают при акклиматизации новых объектов.

Нагульное товарное выращивание в морских условиях проводится в основном в садках.

Садковые хозяйства имеют ряд преимуществ перед прудовыми:

1. Для их создания не требуется длительного времени и больших начальных капиталовложений.
2. Садки просты по конструкции и изготавливаются из широко применяемых в рыбной промышленности сетематериалов.
3. Постройка и установка садков осуществляется без применения сложных, дорогостоящих материалов.
4. Садковые хозяйства не занимают значительных земельных площадей.
5. Не используют пресную воду, которая в ряде районов становится всё более дефицитной.

Технология садкового выращивания рыб проста и во многом напоминает технологию выращивания рыб в прудовых хозяйствах. В связи с этим, морские садковые хозяйства могут быть созданы при рыбзаводах. Однако наиболее перспективными, по-видимому, будут большие промышленные комплексы, включающие не только садковое, но и прибрежное бассейновое хозяйство. Такие товарные хозяйства могут быть оснащены новейшим оборудованием для кормления рыб, ухода за садками и бассейнами.

Развитие индустриальных методов в морском рыбоводстве позволит перейти от выращивания небольшого пока количества деликатесных рыб к массовому воспроизводству и товарному выращиванию радужной форели и других лососевых и осетровых рыб.

Нагульное морское рыбоводство – основано на выращивании рыбы до товарной массы с использованием посадочного материала, выращенного в данном хозяйстве или завезенного из других хозяйств. Выращивание осуществляют помимо садков также в бассейнах, в отчлененных от моря заливах, фиордах, лагунах и лиманах (лагунное или лиманное рыбоводство).

Отгораживание прилегающих к берегу акваторий морских заливов и лагун проводится с помощью нейлоновых или металлических полотен или ряжевых плотин. Ряжевая плотина – отгораживание с помощью бревна с задорами (ряжами) между ними, а для заполнения ряжей использованы крупные камни. Дамба такой конструкции не только защищает бассейн от разрушительного действия волн, но и хорошо пропускает воду (применяются на Балтийском море).

Задания для самостоятельного выполнения на практическом занятии № 9:

1. Изучить этапы акклиматизации гидробионтов, выписать основные термины с пояснениями.
2. Описать искусственные нерестилища, составить схемы их расположения в водоемах.
3. Изучить биологические основы индустриального рыбоводства, использование подогретых вод и высокой плотности посадки рыб в условиях ограниченного объёма воды.
4. Ознакомиться с требованиями к водоснабжению, проточности и качеству воды в условиях индустриального и морского рыбоводства. Охарактеризовать способы выращивания рыб по продуктивности и степени рентабельности, заполнить таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Характеристика методов выращивания в рыбоводстве (затраты ресурсов на 1 кг готовой продукции)

Используемые ресурсы	Площадь земли, м ²	Количество воды, м ³	Затраты электроэнергии	Затраты на рыбоводные фонды
Пастбищный метод	100	130	-	-
Экстенсивное прудовое хозяйство				
Интенсивное прудовое хозяйство				
Бассейновые хозяйства				
Садковые				
УЗВ				

Методические рекомендации по выполнению задания:

Ознакомиться с результатами акклиматизации, проводимыми в России в 20-м веке, изучить терминологию и основные этапы акклиматизации.

Изучить возможность совершенствования технологий выращивания гидробионтов в условиях индустриального и морского рыбоводства.

При изучении биологических основ индустриального и морского рыбоводства необходимо ознакомиться с современными достижениями, позволяющими существенно совершенствовать технологии выращивания гидробионтов в искусственных условиях.

Освоить биологические основы индустриального рыбоводства, знать требования к водоснабжению, проточности и качеству воды в условиях индустриального и морского рыбоводства.

Для изучения темы необходимо ознакомиться с современными достижениями, позволяющими существенно совершенствовать технологии выращивания гидробионтов в условиях индустриального и морского рыбоводства.

Вопросы самоконтроля:

1. Что такое пассивная и активная акклиматизация?
2. Задачи рыбохозяйственной мелиорации.
3. Коренные и текущие мелиоративные работы
4. Способы улучшения качества воды и почвы.
5. Принципы нормирования кормления рыб при их содержании в лотках, садках, бассейнах и системах с замкнутым оборотом водоснабжения.
6. Формирование рыбопродуктивности морских водоёмов и методы её повышения.
7. Искусственные рифы и их значение для повышения эффективности нереста рыб, рыбопродуктивности и улучшения качества воды.

8. Особенности интродукции и акклиматизации рыб (пиленгаса, русского осетра, севрюги и других).
9. Стихийное распространение разных видов рыб средиземноморской ихтиофауны, роль и значение этого процесса для морского рыбоводства.

Рекомендуемая литература: [8 - 10].

Список использованной и рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Гарлов, П.Е. Искусственное воспроизводство рыб / П.Е. Гарлов, Ю.К. Кузнецов, К.Е. Федоров. - СПб.: Изд. «Лань», 2013. – 256 с.
2. Матишов Г.Г. Справочник рыбовода. Инновационные технологии аквакультуры юга России / Г.Г. Матишов, С.В. Пономарев, Ю.М. Баканева [и др.]; [под ред. С.В. Пономарева] – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. - 224 с.
3. Пономарев, С. В. Аквакультура : учебник для студентов высших и средних образовательных организаций. Ч. 1 / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю.В. Федоровых ; гл. ред. О. М. Клигман. - М. : Моркнига, 2016. — 427 с.
4. Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю. Фермерское рыбоводство. М.: Колос, 2008. - С.161-187.
5. Практическая аквакультура: разработки ЮНЦ РАН и ММБИ КНЦ РАН / Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, Н.Г. Журавлева, В.А. Григорьев, В.А. Лужняк. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. - 282 с.
6. Серпунин Г.Г. Биологические основы рыбоводства. Практикум / Г.Г. Серпунин – М.: Моркнига, 2015. – 155 с.
7. Серпунин Г.Г. Искусственное воспроизводство рыб: учебник для студентов вузов. М.: Колос, 2010. - 253 с.
8. Хрусталева Е.И. Мариккультура. Методические указания к лабораторным работам для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе направления 110900.68 – Водные биоресурсы и аквакультура и специализации 110900.68.02 - Аквакультура. Калининград: КГТУ, 2008. - 58 с.

Дополнительная литература

9. Батухтина Н.Г. Биологические основы аквакультуры / Н.Г. Батухтина, Т.М. Курапова. – Калининград: Калининградский технический университет, 2003. - 73 с.
10. Бекашев К.А. Мировое рыболовство / К.А. Бекашев, В.Д. Сапронов.-М.: Агропромиздат, 1990. - 288 с.
11. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб. – М.: Наука. 1981. - 224 с.
12. Иванов А.П. Рыбоводство в естественных водоёмах / А.П. Иванов.- М.: Агропромиздат, 1988. - 367 с.
13. Катасонов В.Я. Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я. Катасонов, И.Б. Черфас–М.: «Агропромиздат», 1986.- 183 с.
14. Козлов В.И. Справочник рыбовода / В.И. Козлов, Л.С. Абрамович.- М.: Россельхозиздат, 1980.- 220 с.
15. Козлов В.И. Справочник фермера-рыбовода/ В.И. Козлов . М.: ВНИРО, 1988.-447 с.
16. Козлов В.И., Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. – М.: МГУТУ, 2004. – 433 с.
17. Мамонтов Ю.П. и др. Искусственное воспроизводство промысловых рыб во внутренних водоемах России. Санкт-Петербург: ГосНИОРХ. 2000. - 288 с.
18. Мильштейн В.В. Осетроводство/ В.В. Мильштейн. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - с. 26-45
19. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. – СПб, 2001. - 372 с.
20. Практикум по прудовому рыбоводству / В.Г. Саковская, З.П. Ворошила, В.С. Сыров, Е.И. Хрусталева - М.: ВО «Агропромиздат». 1991.- 175 с.
21. Привезенцев Ю.А. Рыбоводство / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов – М.: Мир, 2004. – 456 с.
22. Пономарев С.В. Технологии выращивания и кормления объектов Аквакультуры юга России / С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин и др. - Астрахань: Нова. 2002. - 263 с.

23. Пономарев С.В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе: Моногр./ С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева - Астрах. гос. техн. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. – 256 с.
24. Серпунин Г.Г. Биологические основы рыбоводства / Г.Г. Серпунин. - Калининград. Изд-во КГТУ, 2003.- 163 с.
25. Серпунин Г.Г. Искусственное воспроизводство рыб / Г.Г. Серпунин. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2005.- 141 с.
26. Суховеров Ф.М. Прудовое рыбоводство / Ф.М. Суховеров, А.П. Сиверцов. - М.: Пищевая промышленность, 1975.- 470 с.
27. Титарев Е.Ф. Индустриальное рыбоводство / Е.Ф. Титарев.- Практикум, Московская область, п. Рыбное, 2005.- 295 с.
28. Федорченко В.И. Товарное рыбоводство/ В.И. Федорченко, Н.П. Новоженин, В.Ф. Зайцев – М.: Агропромиздат, 1992.- 207 с.
29. Черномашенцев А.И. Рыбоводство / А.И. Черномашенцев, В.В. Мильштейн. - М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. - 157 с.

Любовь Ивановна Булли

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Практикум

для студентов направления подготовки 35.03.08

Водные биоресурсы и аквакультура

очной и заочной форм обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____

Заказ № _____ Объем 2,04 п.л.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

298309 г. Керчь, Орджоникидзе, 82.