

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬ-
СКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

Н.В. Барулин, О.В. Усова

ИСКУССТВЕННОЕ
ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБ:
ЧАСТЬ 1 – ОСНОВЫ
ИСКУССТВЕННОГО
ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБ

*Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов специальности 1-74 03 03 Промышленное
рыбоводство*

Горки
БГСХА

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВОЙ
ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬ-
СКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

Н.В. Барулин, О.В. Усова

ИСКУСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБ

*Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов специальности 1-74 03 03 Промышленное
рыбоводство*

Горки
БГСХА

УДК

*Одобрено методической комиссией зооинженерного факультета.
Протокол № от января 2016 г.*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н.В. Барулин, ассистент
О.В. Усова*

Рецензенты:

Искусственное воспроизводство рыб : методические указания к лабораторным занятиям / Н.В. Барулин. – Горки : БГСХА, . – с.

Приведены методические указания и задания для лабораторных работ по искусственному воспроизводству рыб. Для каждой темы определены цель, материалы и оборудование, перечень контрольных вопросов.

Для студентов специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия»

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время аквакультура развивается огромными темпами, опережая большинство отраслей сельского хозяйства. В Республике Беларусь, развитие аквакультуры стимулируют различные государственные, отраслевые и региональные программы, основным акцентом которых является развитие рыбоводства через индустриальные методы выращивания в рыбоводных индустриальных комплексах на основе технологии замкнутого водоснабжения с учетом диверсификации ассортимента культивируемых видов.

В настоящий момент в Беларуси, помимо традиционных направлений прудовой аквакультуры (карповодство в поликультуре с растительноядными и хищными рыбами), развивается угреводство, осетроводство, сомоводство, сиговодство, форелеводство.

Искусственное воспроизводство рыб – это сложный технологический процесс, включающий в себя работу с производителями, получение посадочного материала, формирование ремонтного и маточного стада. Каждый этап каждого технологического процесса влияет на успех следующего этапа и в целом всей технологии воспроизводства.

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Искусственное воспроизводство рыб» предназначены для студентов, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство. Они включают название темы, цель, материалы и оборудование, задание и контрольные вопросы к каждой лабораторной работе.

Тема 1. СТАДИИ ЗРЕЛОСТИ ГОНАД И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОТДЕЛЬНЫХ ШКАЛ ЗРЕЛОСТИ.

Цель работы: Изучить стадии зрелости гонад и шкал зрелости рыб.

Материалы и оборудование: микроскоп, пинцет, препаровальные иглы, предметное стекло, икра рыб различных стадий зрелости.

Задание: 1) на основании макроскопических признаков и гистологического анализа оценить степень зрелости половых продуктов; 2) определить диаметры ооцитов, строение их оболочек, положение ядра в ооците, количество и расположение ядрышек; 3) оценить состояние семенников по присутствию в цистах половых клеток разных

фаз: сперматогонии, сперматиды, спермии.

Только у немногих видов рыб самцы и самки различаются по наружному виду (например, акулы и скаты). Некоторым рыбам свойственно половое различие во время нереста: нерестующие самцы лососей отличаются от самок более удлиненным рылом; у самцов линия брюшные плавники длиннее грудных; у половозрелых самцов хариусов спинной плавник сильно увеличивается в высоту; у самцов полярных камбал чешуя обычно ктеноидная, у самок — циклоидная; есть и другие подобные примеры.

В ихтиологических исследованиях определение пола рыб занимает большое место при работах по систематике и биологии рыб и при оценке состояния рыбных запасов. Эти исследования необходимы и для промысла.

Обычно пол рыб определяют путем вскрытия. При наблюдениях на промысле (если рыбу потрошат) очень легко выяснить соотношение полов пойманных рыб в больших количествах.

Соотношение полов у многих рыб близко 1 : 1 (по 50% того и другого пола). Но в разные биологические периоды это нормальное соотношение изменяется, и изменяется закономерно. У многих рыб в начале нерестового хода преобладают самцы, в конце хода — самки. Зная такую закономерность и следя за соотношением полов той или другой рыбы, можно делать прогнозы о повышении или ослаблении хода.

Существуют следующие методы определения стадий зрелости гонад:

1. Гистологическое исследование — это исследование тканей (образца тканей взятого из организма). Материал для гистологического исследования чаще всего получают с помощью биопсии;

2. Биопсия — метод исследования, при котором проводится прижизненный забор клеток или тканей из организма с диагностической или исследовательской целью;

3. Лапароскопия — современный метод, в котором исследование внутренних органов проводят через небольшие (обычно 0,5—1,5 см) отверстия;

4. Пальпация — метод ручного обследования;

5. Эндоскопия — способ осмотра некоторых внутренних органов при помощи эндоскопа. При эндоскопии эндоскопы вводятся в полости через естественные пути;

6. Ультразвуковое исследование (УЗИ) — неинвазивное исследова-

дование организма человека или животного с помощью ультразвуковых волн;

П. А. Дрягин (1952) формулирует следующим образом объем исследований по определению полового состава рыб:

- 1) определение полового состава молоди и половозрелых рыб;
- 2) половой состав отдельных генераций;
- 3) изменения полового состава в связи с возрастом;
- 4) половой состав в период нагула;
- 5) половой состав в период миграций;
- 6) половой состав в период нереста;
- 7) половой состав в период зимовки;
- 8) половой состав в уловах разными орудиями лова;
- 9) количество самок, которые могут быть использованы для сбора икры в рыбоводных целях и для заготовок товарной икры;
- 10) определение количества нерестовавших самок для расчета коэффициента возврата.

Обязательно следует фиксировать наименьшие и наибольшие размеры, вес и возраст половозрелых самцов и самок.

Антропогенные изменения водных систем отражаются на процессах созревания и воспроизводства гидробионтов, в том числе рыб. Отслеживание адаптивных процессов, протекающих в гонадах в ответ на текущие условия среды может давать ценную информацию не только о морфологических, биохимических и функциональных отклонениях (нарушениях) в организме рыб, но и для аппроксимации этих данных на популяционный уровень организации ихтиообъекта.

Стадии зрелости гонад и сравнительная оценка отдельных шкал зрелости. Степень зрелости половых продуктов у отдельных видов рыб определяют различно. Существуют многочисленные схемы определения степени половой зрелости.

Схема определения зрелости гонад по Киселевичу

Единоновременно нерестующие рыбы

Стадия I. Неполовозрелые особи—juvenales. Ювенальная стадия. Половые железы неразвиты, плотно прилегают к внутренней стороне стенок тела (по бокам и ниже плавательного пузыря) и представлены длинными узкими шнурами или лентами, по которым нельзя глазом определить пол.

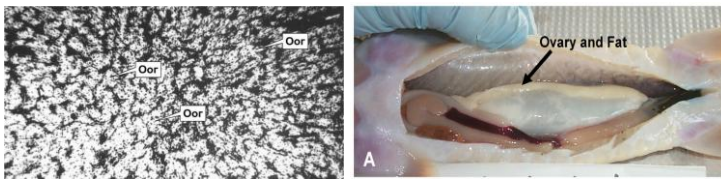


Рис. 1 Осетр. Самка ювенальной стадии. Видны только оогонии. Нормальное состояние гонады.

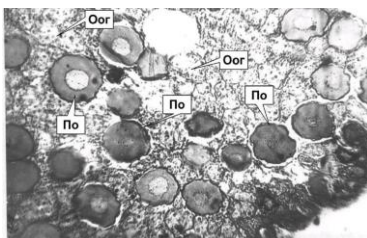


Рис.2 Осетр. Гонады I - II стадии зрелости впервые созревающей самки в возрасте 5 лет.

Видны ооциты протоплазматического роста, расположенные между многочисленными оогониями.

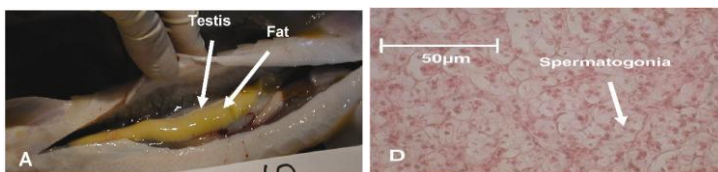


Рис.3 Самец – 1 стадия

Стадия II. Созревающие особи или развивающиеся половые продукты после икротетания. Половые железы начали развиваться. На шнурах образуются затемненные утолщения, в которых уже узнаются яичники и семенники. Икринки настолько мелки, что не видны невооруженным глазом.

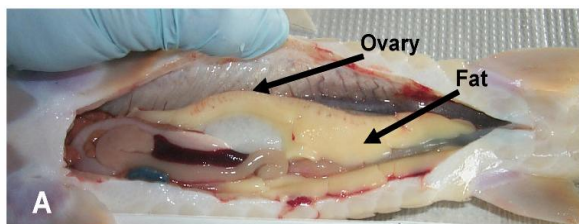


Рис. 4 Самка – 2 стадия

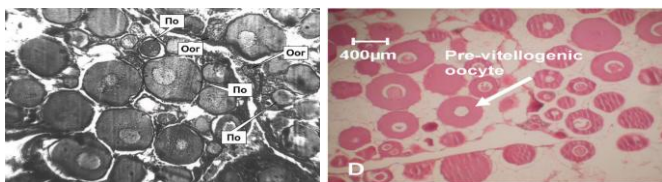


Рис.5 Осетр. Гонады II стадии зрелости впервые созревающей самки в возрасте 12 лет. Видны ооциты протоплазматического роста, расположенные по краям яйценозной пластины. Видны группы оогоний.

Яичники от семенников (молок) отличаются тем, что вдоль первых по стороне, обращенной к середине тела, проходит довольно толстый и сразу бросающийся в глаза кровеносный сосуд. На семенниках таких крупных сосудов нет. Половые железы малы и далеко не заполняют полости тела.

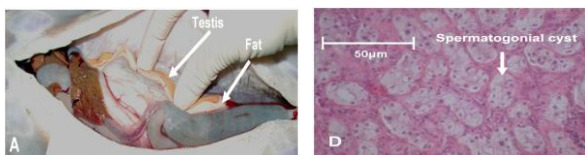


Рис.6. Самец – 2 стадия

Стадия III. Особи, у которых половые железы хотя и далеки от зрелости, но сравнительно развиты. Яичники значительно увеличились в размерах заполняют от 1/3 до 1/2 всей брюшной полости и наполнены мелкими непрозрачными, белесоватыми икринками, ясно различимыми невооруженным глазом. Если разрезать яичник и поскоблить концом ножниц по обнаженным икринкам, то они с трудом отрываются от внутренних перегородок органа, всегда образуют комки по несколько штук вместе.



Рис.7 Самка – 3 стадия

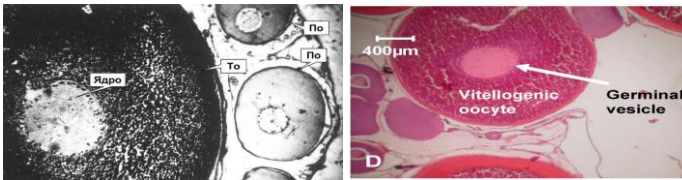


Рис.8 Осетр. Яичник III стадии зрелости. Наряду с ооцитами трофоплазматического роста встречаются протоплазматические ооциты резервного фонда.

Семенники имеют более расширенную переднюю часть и сужаются кзади. Поверхность их розоватая, а у некоторых рыб — красноватая от обилия мелких разветвляющихся кровеносных сосудов. При надавливании из семенников нельзя выделить жидких молок. При поперечном разрезе семенника края его не округляются и остаются острыми. В этой стадии рыба находится долго: многие виды (сазан, лещ, вобла и др.) — с осени до весны следующего года.

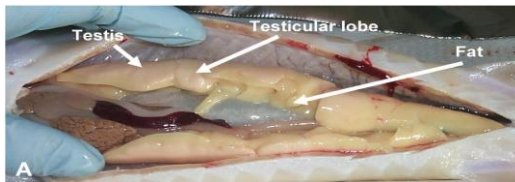


Рис.9 Самец 3стадия (семенник, жир, семенные доли).

Стадия IV. Особи, у которых половые органы достигли почти максимального развития. Яичники очень велики и заполняют до 2/3 всей брюшной полости. Икринки крупные, прозрачны и при надавливании вытекают. При разрезе яичника и скоблении разреза ножницами икринки соскабливаются поодиночке.



Рис.10 Самка – 4 стадия

Семенники белого цвета и наполнены жидкими молоками, которые легко вытекают при надавливании брюшка. При поперечном разрезе семенника края его тотчас округляются, и разрез заливается жидким содержимым. Эта стадия у некоторых рыб непродолжительна и быстро переходит в следующую.

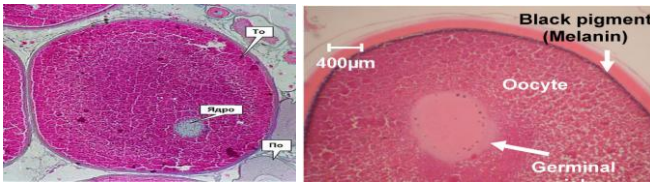


Рис.11 Осетр. Ооцит трофоплазматического роста. IV стадия зрелости. Ядро ооцита расположено эксцентрично.

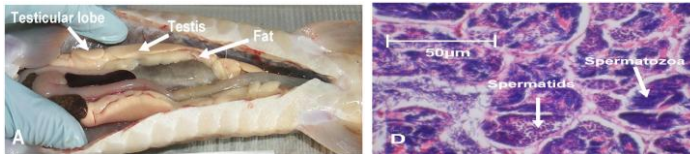


Рис 12. Самец – 4 стадия

Стадия V. Текущие особи. Икра и молоки настолько зрелы, что свободно вытекают не каплями, а струёй при самом легком надавливании. Если держать рыбу в вертикальном положении за голову и потряхивать ее, то икра и молоки свободно вытекают.

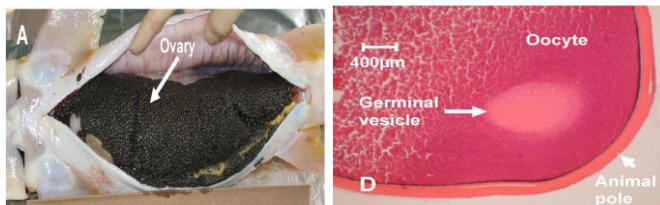


Рис.13 Самка – 5 стадия

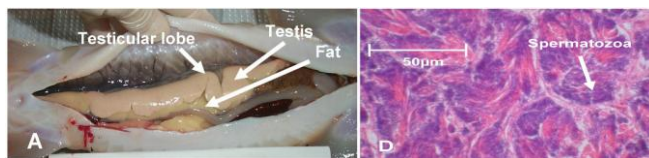


Рис.14 Самец – 5 стадия

Стадия VI. Отнерестовавшие особи. Половые продукты выматаны совершенно. Полость тела далеко не заполняется внутренними органами. Яичники и семенники очень малы, дряблы, воспалены, темно-красного цвета. Нередко в яичнике остается небольшое количество мелких икринок, которые претерпевают жировое перерождение и рассасываются. Через несколько дней воспаление проходит, и половые железы переходят в стадию II—III.

Если половые продукты находятся на промежуточной стадии между какими-либо двумя из шести описанных стадий, или часть продуктов развита больше, часть меньше, или когда наблюдатель затрудняется точно обозначить стадию зрелости, то она обозначается двумя цифрами, соединенными знаком тире, но при этом та стадия, к которой ближе стоят по своему развитию половые продукты, ставится впереди. Например: III—IV; IV—III; VI—II и т. д.



Рис.15 Самка – 6 стадия



Рис.16 Самец – 6 стадия

Шкала зрелости окуня (по Мейену и Кулаеву, с сокращениями)
Самки окуня

Стадия I (ювенальная). Яичник одиночный и представляет собой небольшое прозрачное удлинённое тело, в котором нельзя различить невооружённым глазом отдельные икринки. Он бледно-желтого цвета с зеленоватым оттенком, стекловидно-прозрачен. По поверхности проходят небольшие кровеносные сосуды с мелкими разветвлениями. Ювенальная стадия продолжается до середины второго лета жизни окуня.

Стадия II. Яичник стекловидно-прозрачен. Икринки очень мелкие, различимы невооружённым глазом, иногда при помощи лупы. Цвет бледно-желтый с зеленоватым оттенком. Стадия II наступает у неполовозрелых особей в середине второго лета жизни и продолжается до середины следующего года. У половозрелых особей она наступает после окончания VI стадии и продолжается до августа, у таких особей ее следует обозначать как II—III. Процент веса яичника от веса всего тела рыбы равняется в среднем 2,1%.

Стадия III. Яичник теряет прозрачность. Ясно видны отдельные круглые икринки, тесно включенные в ткани яичника. Цвет бледно-желтый. Стадия III у окуня начинается в августе и продолжается до октября. Процент веса яичника от веса всего тела рыбы равняется в среднем 3,5%.

Стадия IV. Яичник занимает большую часть брюшной полости. Икринки неправильной многогранной формы (при разрушении оболочки яичника становятся шарообразными), плотно связаны с тканями яичника. Цвет желтый. Стадия IV у окуня начинается с октября и продолжается до середины марта или начала апреля. Процент веса яичника от веса всей рыбы в октябре в среднем 8,8%, в феврале 13%, в марте—апреле—26,4%.

Стадия V. Икра текучая и выбрасывается в один прием. Стадия V наступает в конце марта или в апреле.

Стадия VI. Яичник сильно сжался вследствие спадания стенок. Мягко на ощупь. Красновато-серого цвета. Оболочка яичника сильно сжалась и утолщались. При разрезе яичника невооружённым глазом видны поперечные яйце несущие пластинки. В незначительном количестве встречаются невыметанные икринки. Процент веса яичника от веса всей рыбы—2,7%. Стадия VI у окуня продолжается в среднем в течение одного месяца после икрометания.

Самцы окуня

Стадия I (ювенальная). Половая железа в виде двух очень тоненьких и коротких стекловидных бледно-розовых полосок.

Стадия II. Семенники имеют вид двух тонких округлых тяжиков, мутного бледно-розового цвета. Длина их равна $\frac{1}{3}$ развитого семенника. Вес семенника очень мал и в среднем составляет 0,2% общего веса тела рыбы. Стадия II у рыб встречается в июне.

Стадия III. Семенники упругие розовато-серого цвета, увеличены в объеме и занимают половину полости тела. В начале стадии III (июль) вес их составляет 0,35% общего веса рыбы, а позже (к началу августа) — 0,7% и, наконец, к концу стадии (к декабрю) — 2%. К этому времени семенники почти достигают длины зрелой железы и имеют вид упругих, довольно толстых тяжей бледно-желтого и даже почти белого цвета. Молок еще нет. При разрезе края не сплываются и остаются заостренными. На бритве не остается мазка молок. Вес в среднем составляет 2% веса рыбы.

Стадия IV (созревание). Семенники очень крупные, почти достигают нормального размера зрелой железы и имеют молочно-белый цвет. Занимают всю полость тела. При разрезе на бритве остаются мазки молок, а иногда (на несколько более поздней стадии) при надавливании выступает густая капля молок. Вес семенника от 6 до 8% веса тела рыбы. Стадия IV у окуня встречается с декабря до начала апреля.

Стадия V. Семенники в состоянии полной зрелости, достигают максимального размера, очень набухшие с гладкой, напряженной, эластичной поверхностью, мелочно-белого цвета. При надавливании на брюшко рыбы обильно выступают жидкие молоки. Вес железы достигает максимума и составляет 9% веса рыбы. По мере выбрасывания молок семенники заметно спадаются, по объему равны приблизительно $\frac{1}{4}$ их объема в стадии зрелости; становятся дряблыми, морщинистыми, розового цвета, а в хвостовом отделе даже красного цвета. При надавливании еще выступают молоки. Вес железы резко падает и достигает в среднем 1,6% веса рыбы. Стадия V у окуня встречается в апреле — мае.

Стадия VI (выбой). Семенники совершенно свободны от молок и представляют собой два тонких и вялых тяжа. Сильно укорачиваются и приближаются по величине и форме к стадии II, имеют буроватый цвет. Вес тоже приближается к стадии II и составляет в среднем 0,6% веса рыбы. Стадия VI у самцов окуня встречается в конце мая.

Приведенные шкалы определения половой зрелости рыб (помимо этих шкал существуют и другие) не достаточно отчетливо характеризуют действительное состояние половых продуктов отдельных видов (или групп видов) рыб в отдельных промысловых районах. Не

закончена морфологическая характеристика половых продуктов при разных степенях их развития (возрастающие размеры яиц, картина расположения кровеносных сосудов в гонадах при разных степенях развития половых продуктов, макроскопическая картина развития семенников и др.), а изучение гистологии яичников и семенников при отдельных стадиях развития только еще начато. Многие шкалы трудно применять в таких случаях, когда требуется быстро и на большом материале выяснить степень зрелости (например, для прогноза сроков подхода, рыб к нерестилищам и сроков самого нереста).

Поэтому необходимо разработать более или менее универсальную шкалу, которой можно было-бы пользоваться и ихтиологу в полевых условиях и хозяйственнику. Такой шкалой следует признать ту, которая изложена проф. Г. В. Никольским (1944, 1963).

I стадия. Молодые, неполовозрелые особи;

II стадия. Половые железы очень малого размера, икра простым глазом почти незаметна;

III стадия. Созревание, икра заметна простым глазом, наблюдается чрезвычайно быстрое увеличение веса половых желез, молоки из прозрачных становятся бледно-розовыми;

IV стадия. Зрелость, икра и молоки созревают (нельзя считать икру и молоки в этой стадии созревшими), половые железы достигают максимального веса, но при легком надавливании половые продукты еще не вытекают;

V стадия. Размножение, половые продукты вытекают уже при самом легком поглаживании брюшка, вес гонад от начала икрометания до его конца быстро уменьшается;

VI стадия. Выбор, половые продукты выметаны, и половое отверстие воспалено, половые железы в виде спавшихся мешков, обычно у самок с единичными оставшимися икринками, а у самцов с остатками спермы.

При наблюдении над половой зрелостью рыб всегда, надо указывать, какая из схем зрелости применялась наблюдателем.

Контрольные вопросы.

1. Какой объем исследований необходим для определения полового состава рыб?
2. Определение зрелости гонад по Киселевичу.
3. Стадии зрелости самок окуня по Мейену и Кулаеву.

4. Стадии зрелости самцов окуня_Мейену и Кулаеву.

Тема 2. КОЭФФИЦИЕНТЫ И ИНДЕКСЫ ЗРЕЛОСТИ. СБОР И ФИКСИРОВАНИЕ ГОНАД.

Цель работы: Изучение коэффициентов и индексов зрелости, методов сбора и фиксации гонад.

Материалы и оборудование: рыба на разных стадиях зрелости, колбы, формалин, спирт, пинцет, весы.

Задание: вскрыть рыбу, отобрать половые продукты, определить их массу. По имеющимся данным рассчитать коэффициенты и индексы зрелости гонад.

Вес гонад одно из обязательных условий выяснения степени зрелости половых продуктов. *Коэффициент зрелости* – это отношение веса гонад к весу рыбы, выражаемое в процентах. Для определения данной величины измеряют общий вес рыбы (т. е. с неудаленными половыми железами), затем вынимают половые железы, их взвешивают и определяют, какой % составляет вес гонад от веса всей рыбы.

$$q = \frac{g_1 \cdot 100}{g},$$

где q — искомый коэффициент зрелости;

g_1 — вес гонад;

g — вес рыбы.

Коэффициент зрелости позволяет следить за ходом созревания половых продуктов. Недостаток этого коэффициента состоит в том, что учитывается вес всей рыбы (вместе с кишечным трактом и с его содержимым). Этот вес колеблется в зависимости от наполнения кишечника, у рыб с наполненным желудком коэффициент зрелости будет преуменьшенным.

При наблюдениях за степенью зрелости половых продуктов у рыб с единовременным икрометанием П. А. Дрягин (1949) советует определять коэффициент зрелости, по меньшей мере, ежемесячно у особей половозрелого возраста и отдельно у особей, не достигших половой зрелости, причем должны быть отдельно учтены — максимальный показатель зрелости яичников перед самым началом нереста, показатель непосредственно после нереста и минимальный показатель перед началом нового периода созревания по окончании стадии VI.

У рыб с порционным икрометанием учитываются эти же показатели с ежемесячными наблюдениями и дополнительно следует обеспечить определение коэффициента зрелости перед первым, вторым и третьим выметом яиц, а также и непосредственно после вымета каждой отдельной порции.

Особое значение необходимо уделять максимальному коэффициенту зрелости, который характеризует период наибольшего развития гонад, что у рыб с единовременным икрометанием бывает незадолго до нереста (за одну—две недели), у рыб с порционным икрометанием — перед откладыванием первой порции икры. Хотя величина коэффициента — величина индивидуально колеблющаяся, все же она может характеризовать ход развития половых продуктов, свойственный отдельным видам рыб.

Определение максимального коэффициента зрелости яичников имеет значение теоретическое и практическое, например, для установления степени готовности яичников к нересту, для исчисления выхода икры в рыбоводных целях и при товарных заготовках, для учета плодovitости и сравнительной ее оценки у разных видов.

При расчетах также используют коэффициент зрелости для вычисления «индекса зрелости яичников». Это «процентное соотношение коэффициента зрелости яичников, вычисленное в отдельные моменты их созревания и опустошения, к максимальному коэффициенту зрелости».

Пример. Коэффициент зрелости густеры в октябре—4,8. Максимальный коэффициент зрелости для этого вида определяется от 10,7 до 16,3, в среднем 13 Индекс зрелости

$$\frac{4,8 \times 100}{13,8} = 34,8$$

Средние величины максимального коэффициента зрелости вычислены для сравнительно небольшого числа видов рыб, да и установленные средние максимальные коэффициенты еще могут быть уточнены. П. А. Дрягин относительно максимального коэффициента делает следующие предварительные выводы:

1. Каждому виду рыб свойствен свой показатель зрелости, более или менее отличный от показателя других видов.
2. Индивидуальная изменчивость коэффициента значительна.
3. Виды рыб с порционным икрометанием обычно имеют несколько меньший коэффициент зрелости.

При определении возраста впервые нерестующих рыб необходимо помнить, что время наступления половой зрелости у одного и того же вида зависит от многих причин, и нужно его устанавливать для каждого исследуемого водоема. Наблюдения над созреванием яичников и семенников надо вести одновременно с метеорологическими и гидрологическими наблюдениями.

Общим правилом является более раннее половое созревание самцов. У лососей самцы становятся способными к размножению во время речного периода своей жизни, у самок этого не наблюдается. У морской камбалы (*Pleuronectes platessa*) Баренцева моря, как показали исследования Г. И. Милинского (1938), половая зрелость наступает у самцов преимущественно в возрасте 8—9 лет, а основная масса самок становится половозрелой не раньше 11—12-летнего возраста.

Сбор и фиксирование гонад.

Сбор и фиксация половых желез производится различными способами, но наиболее пригоден описанный В. А. Мейеном в его «Инструкции по определению пола и степени зрелости половых продуктов у рыб» (1939).

От одной половинки половой железы-яичника или семенника берут три кусочка объемом около 0,5 см³ каждый, один кусочек отрезают от головной части железы, другой — от срединной и третий — от хвостовой, так как степень зрелости железы в названных участках может быть различной. Взятые пробы фиксируют сулемовым фиксатором или фиксатором Буэна.

Состав сулемового фиксатора: насыщенного водного раствора сулемы 100 см³ и ледяной уксусной кислоты 5—6 см³. Фиксация продолжается 3—4 ч, после чего объект переносят в 80-градусный спирт, в котором проба хранится. Перед исследованием пробу нужно поместить на одни сутки в слабый раствор йода на 96° спирту (цвет крепкого чая), чтобы не дать сулеме кристаллизоваться.

Состав жидкости Буэна: 15 частей насыщенного водного раствора пикриновой кислоты, 5 частей формалина 40-процентного и 1 часть ледяной уксусной кислоты. Фиксация продолжается 24 ч. После фиксации объект помещают на 1—3 ч в воду, которую несколько раз меняют, а затем кладут в 80-градусный спирт, где и хранят.

Другие способы фиксации половых желез.

Хорошие результаты дает фиксатор из спирта и формалина: на 90 частей 70-градусного спирта берут 10 частей 40-процентного формалина, а также смесь Ценкера (5 г сулемы, 2,5 г двуххромовокислого

калия, 1 г сернокислого натра, 100 см³ дистиллированной воды). Перед употреблением прибавляют 5 см³ ледяной уксусной кислоты. Продолжительность фиксации до 24 ч.

Контрольные вопросы.

1. Формула для вычисления коэффициента зрелости;
2. Дать определение понятию «индекс зрелости яичников»;
3. Определить коэффициент зрелости густеры массой 0,9 кг., зная, что вес ее половых продуктов составляет 0,086 кг.;
4. Определить массу половых продуктов осетра весом 8 кг. Коэффициент зрелости равен 4%.

Тема 3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СТАДИЙ РАЗВИТИЯ ГОНАД

Цель работы: Изучить методы исследований стадий развития гонад рыб.

Материалы и оборудование: рыба на разных стадиях зрелости, щуп, шило, катетер, отоскоп.

Задание: при помощи имеющихся материалов и оборудования определить стадии зрелости рыбы.

В настоящее время существует несколько различных методов определения пола и стадий зрелости гонад незрелых осетровых.

Биопсия гонад осуществляется путем введения через брюшную стенку или через боковые мышцы специального стального щупа (диаметр для русского осетра - 4,5-5,0 мм, белуги - 5,5-6,0 мм, севрюги, шипа и стерляди 3-4 мм; длина канавки - 3-6 см). Во избежание повреждения внутренних органов и облегчения отбора участка генеративной ткани, целесообразно предварительно сделать прокол кожи шилом (Рисунок 1), а затем отбирать пробу при помощи щупа.

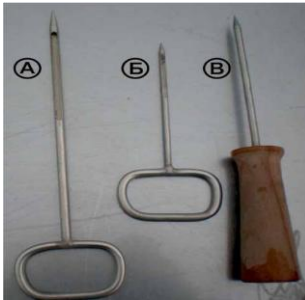


Рис. 1. Инструменты для биопсии гонад осетровых рыб: А, Б- щупы различного диаметра, В – шило.

Предварительно продезинфицированный щуп вводят между рядами боковых и брюшных жучек в задней трети брюшка рыбы под острым углом к оси тела на глубину 5-7 см. При повороте щупа по оси, в канавке остаётся ткань гонады (Рисунок 2).



Рисунок 2. Биопсия севрюги с использованием щупа, Б – щуп с фрагментом яичника 4 стадии зрелости.

В США отбор образцов икринок осуществляется при помощи катетера (жесткого, тефлонового, диаметром 4,5 мм) через небольшой (6-8 мм) абдоминальный разрез (Conte *et al.*, 1988; Parauka, 1993; Webb *et al.*, 2009) (Рисунок 3).



Рисунок 3. Отбор образца икры с помощью катетера через небольшой абдоминальный разрез.

В гонадах рыб в период нагула доля жировой ткани значительно больше, чем генеративной, в связи с чем, попасть щупом в генеративную часть гонад не всегда удается. Поэтому этот способ применим при тестировании только зрелых самцов и самок, начиная со II-III и III стадий зрелости гонад.

При биопсии производителей осетровых рыб, в качестве предварительного критерия отбора зрелых самок, рекомендуется использовать диаметр фолликулов. Например, самки имеющие ооциты с диаметром не менее 2,6 мм (севрюга); 2,8 мм (сибирский осетр и шип); 3,2 мм (русский осетр) имеют шанс созреть через несколько месяцев. Стадия зрелости окончательно уточняется в ходе весенней бонитировки. Можно использовать в качестве критерия для отбора зрелых самок, минимальную массу ооцитов в пробе (русский осетр - 16 мг, белуга - 22 мг, севрюга - 11 мг, шип - 13 мг, стерлядь - 8 мг) (Трусов, 1972). В рыбоводной практике для того, чтобы отличить жир от ткани семенника, биоптат помещают в 4% формалин. Жир всплывает, в то время как ткань семенника тонет в формалине, что позволяет провести визуальное изучение отобранной биопсийной пробы. Метод биопсии продолжителен по времени и оказывает на рыб сильное стрессирующее воздействие. Использование анестетиков при проведении биопсии может привести к гибели рыб (до 5%), вследствие возможного их инфицирования.

Прямая пальпация и лапароскопия. Исследование гонад может быть проведено с помощью пальпации. Определение пола предполагает аккуратное введение пальца в тело рыбы через сперационное отверстие (Рисунок 4) для изучения структуры гонад на ощупь..



Рисунок 4. Прямая пальпация яичника

С помощью метода прямой пальпации легко различить гонады самок и самцов, достигших веса 7-9 кг и возраста 3-4 года в случае белого осетра. Опытный оператор может определять пол у 300-500 рыб в день. Семенник покрыт тонкой оболочкой, гладкой на ощупь. Яичник не имеет оболочки, его поверхность неровная, складчатая.

Прямая пальпация гонад через операционное отверстие является модификацией оперативного метода. Точность данного метода несколько выше, чем биопсийного, однако он более травматичен и требует наложения операционных.

При использовании метода лапароскопии, делается небольшой надрез (около 2 см) в брюшной стенке тестируемой особи (Рисунок 6).

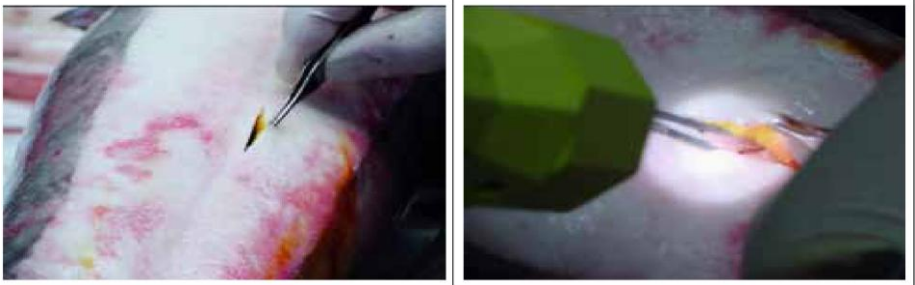


Рис. 6. Лапароскопия

При этом визуальное изучение гонад может быть произведено с помощью отоскопа (Рисунок 7).



Рис. 7. Отоскоп для исследования гонад осетровых при лапароскопии.

Эндоскопия Эндоскопические исследования, предполагающие визуальное определения пола и стадий зрелости, являются более современным способом изучения гонад осетровых. Данный метод позволяет визуально оценить гонады с помощью медицинских диагностических инструментов, таких как цистоуретроскоп или борескоп, используемых для исследования заболеваний урогенитальной системы (Рисунок 8).

Исследование гонад осуществляется через оптико-волоконную систему прибора. Разрешающая способность метода довольно высока, особенно для зрелых рыб, поскольку через оптическую систему прибора хорошо видны мельчайшие детали строения и окраска тканей. При этом, поскольку у зрелых рыб зонд борескопа вводится в полость тела через половое отверстие, диаметр и длина зонда должны соответствовать размерам генитального отверстия и семенного протока. Для исследования незрелых рыб требуется вводить зонд через небольшой (0,5-1,0 см) разрез в брюшной полости, сделанный между второй и третьей жучками на левом боку рыбы со стороны хвоста (Рисунок 9).



Рис.8 Эндоскопическая система для определения пола и стадий зрелости.



Рис.9. Введение зонда бороскопа через разрез в брюшной полости незрелого осетра для определения пола.

Важно также ограничивать глубину введения зонда в полость тела (путем использования гибких зондов), чтобы не повредить клапан воронки яйцевода. Поскольку, длина яйцеводов составляет 14-16% от длины тела рыбы, использование бороскопа с длиной зонда 16 см, рекомендуется для средних по размеру рыб, но для очень крупных рыб следует использовать зонды длиной 25 см.

Во избежание травмирования внутренних органов рыб при проведении эндоскопии, необходимо все особи, даже небольшие, полностью обездвигить с помощью анестезирующих препаратов.

Исследования можно проводить в небольших бассейнах. В этом случае рыбу переворачивают на спину, оставляя голову погруженной в воду, и вводят зонд бороскопа в половое отверстие и далее в правый или левый яйцевод параллельно продольной осп тела, корректируя расположение зонда в теле визуалью через объектив.

Гонады осетровых на I-II стадиях развития визуализируются как однородная розово-оранжевая ткань. На более поздних стадиях обычно хорошо видны розовые, оранжевые, темные икринки и ооциты младшей генерации.

В отличие от биопсийных методов, эндоскопия имеет следующие преимущества:

- является минимально-инвазивным методом;
- может быть проведена в полевых условиях;
- продолжительность исследования составляет несколько минут;
- позволяет легко разделить рыб на готовых к нересту в текущем сезоне и незрелых;
- является легкой в освоении.

Следует отметить, что этот метод имеет ряд ограничений. Существенным недостатком данной методики является то, что определение пола производится по внешнему виду генеративной ткани, поэтому, зачастую невозможно различить гонады самок и самцов, находящиеся на ранних стадиях развития. Оптимальным является использование эндоскопии при работе со зрелыми самками для точного определения стадий зрелости икры и готовности к нересту. Применение метода эндоскопии для оценки самцов нецелесообразно. Достоинством всех анатомических методов является невысокая стоимость применяемого оборудования, а недостатком - их травматичность. Проникновение в полость тела может не только отрицательно сказаться на физиологическом состоянии рыбы, но и является сильным стрессовым фактором. Кроме того, операционные методы предполагают отслеживание дальнейшего состояния рыбы, заживления операционных швов и лечебно-профилактические мероприятия.

Эндокринологический метод – альтернативный, прижизненный, минимально инвазивный метод, заключающийся в оценке концентрации таких половых стероидов, как тестостерон (Т), 11-кетотестерон (11КТ), эстрадиола (Е2 или 17В-эстрадиол), в плазме крови.

Также одним из методов исследований стадий развития гонад является ультразвуковая диагностика.

Контрольные вопросы.

1. Перечислить методы исследований стадий развития гонад рыб.
2. Что такое Биопсия?
3. Преимущества и недостатки прямой пальпации и лапароскопии?

Тема 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА У РЫБ

Цель работы: Изучить методы определения пола у рыб.

Материалы и оборудование: рыба разных видов на разных стадиях зрелости.

Задание: Определить пол у различных объектов аквакультуры на разных стадиях зрелости.

Определение пола рыб - один из важнейших этапов ихтиологических исследований технологии искусственного воспроизводства. На промыслах, где заготавливают икру и в технологии аквакультуры, эти материалы имеют особое значение.

Половым диморфизмом (от греч. di — вдвое, дважды и morphe — форма) называют наличие двух хорошо различимых типов строения - мужского и женского - в пределах одного вида. Различия могут затрагивать окраску и форму отдельных частей тела, при этом различия половых органов не учитываются. Половой диморфизм позволяет определить пол рыбы не вскрывая её. Если вскрытие рыбы невозможно и нецелесообразно по определенным причинам, то знание этих признаков имеет важное практическое значение.

Известно, что у многих половозрелых самок брюшная полость увеличена, половое отверстие больше, чем у самцов, несколько припухшее и красноватое. У самцов половое отверстие втянуто и имеет вид узкой бледно окрашенной щели.

Однако гораздо легче определить пол рыб, у которых имеются вторичные половые признаки и проявляется половой диморфизм.

У некоторых видов рыб нашей фауны вторичные половые признаки выражены достаточно четко и проявляются:

в величине плавников (у самцов линия в отличие от самок углощен первый луч брюшных плавников (Рисунок 1), у самцов многих рыб рода пецилий изменяется величина и расположение плавников (Рисунок 2), кроме того у самцов меченосца хвостовой плавник имеет удлинение в виде т.н. меча (Рисунок 3).

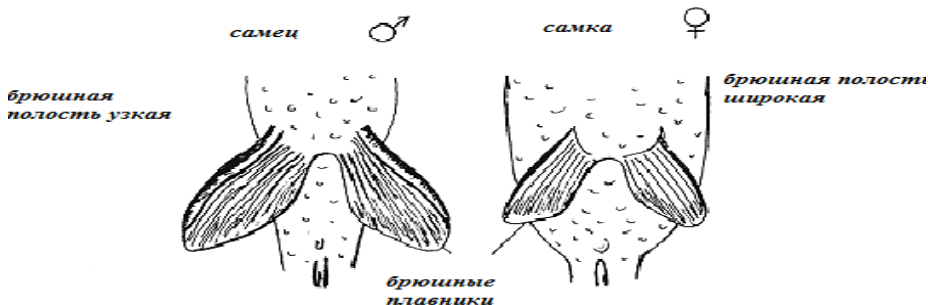


Рис. 1 отличие в брюшных плавниках у самцов линия в отличие от самок.

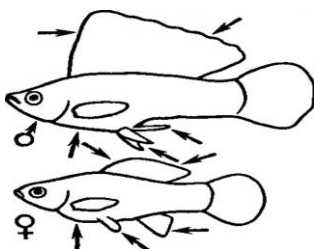


Рис. 2 Изменение расположения плавников у рода пецилий.

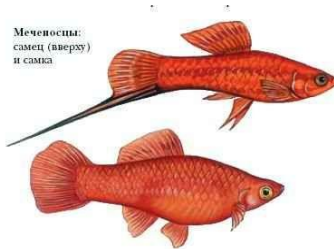


Рис. 3 Половой диморфизм и формы у меченосц.

в размерах самок и самцов (у некоторых рыб самки значительно крупнее самцов);

в окраске (самцам некоторых видов рыб во все сезоны свойственна более яркая окраска) (Рисунок 4);

в типе чешуи (самцы полярной камбалы рода *Liopsetta* имеют ктеноидную чешую, самки - циклоидную);

в наличии совокупительных органов (у самцов хрящевых рыб имеются птеригоподии, у самок их нет).

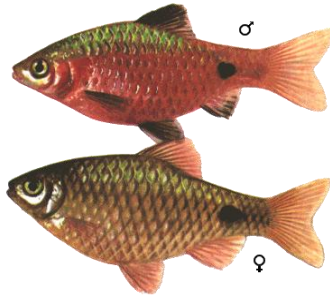


Рис. 4 Половой диморфизм у огненного барбуса.

У многих рыб половой диморфизм становится заметным только в преднерестовый период, при созревании, под влиянием половых гормонов. В этот период в подавляющем большинстве случаев у самцов появляется так называемый «брачный наряд», который исчезает после нереста.

У многих карповых рыб на голове и теле самцов развиваются роговые образования белого цвета, так называемая - «жемчужная сыпь» (Рисунок 5).

В период нереста ярко окрашиваются самцы трехиглой колюшки, брюшко которых из серебристого становится ярко-красным, а глаза приобретают голубой цвет (Рисунок 6). У самцов же девятииглой колюшки бока и брюхо становятся черными, а брюшные колючки - белыми. В свою очередь у самок развивается «зеркальце» - блестящее пятно на боку тела, не покрытое пигментом.

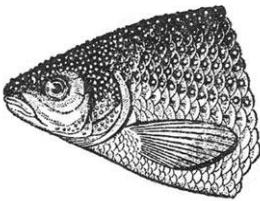


Рис. 5 "Жемчужные" бугорки – брачный наряд леща. брачном наряде



Рис. 6 Самец (А) и самка (Б) трехиглой колюшки в

После нереста брачный наряд, как правило, пропадает (Рисунок 7). Однако у дальневосточных лососей, угрей, сельди-черноспинки

изменения в организме настолько сильны и необратимы, что после первого нереста практически вес рыбы погибают.

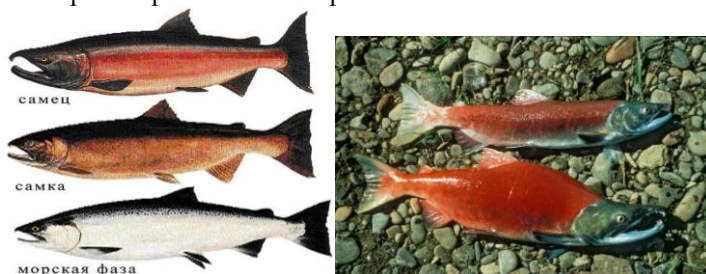


Рис. 7 Изменения окраски и формы тела у дальневосточный лососей в нерестовый период

Определение пола у некоторых объектов аквакультуры. До начала половой дифференциации пол у большинства объектов аквакультуры определить сложно. Как правило, на ранних стадиях, пол определяют при помощи гистологических, биохимических, генетических, гормональных, ультразвуковых (УЗИ-диагностика), биопсийных (биопсия гонад), эндоскопических, лапароскопических (лапароскопия или прямая пальпация) методов. С момента начала половой зрелости начинает проявляться половой диморфизм, который максимально проявляется к достижению половой зрелости, особенно в период нереста.

В раннем возрасте пол у карпа определить сложно. Как правило, пол определяется у половозрелых карпов по следующим признакам: самцы имеют более острые грудные плавники, также они визуально больше по отношению к размерам тела. Самки имеют более "тяжелое" тело. Это связано с потребностью в большом количестве питательных веществ, которые нужны для нормальной выработки яйцеклеток.

У самцов во время брачного периода на жаберных крышках развиваются туберкулы (выглядят как манка). При поглаживании жаберных крышек в сторону хвоста от головы жаберные крышки должны быть как наждачная бумага. Самки и самцы имеют различия в строении анального отверстия (Рисунок 8).



Рис. 8 Различия в строении анального отверстия самки и самца карпа

Рыбоводы для определения пола сома обыкновенного традиционно использовали форму полового соска (половой папиллы). Весной самки имеют округлую голову, выпуклое брюшко с утолщенными сосками, приобретающими ярко красную кайму перед нерестом. Самцы по цвету кожи темнее, у них подтянутое брюшко, угловатой формы голова, половые соски в виде плоского и острого наконечника. У зрелых самцов первые жёсткие лучи грудных плавников более массивные (отделённые лучи самцов имеют массу в два с лишним раза больше, чем лучи самок) и длинные. В нижней части первых лучей грудных плавников у самцов имеются острые колючки длиной 0,6—0,9 см. У самок общее количество этих колючек значительно меньше, а их длина составляет всего 0,2 — 0,4 см (Рисунок 9, 10).

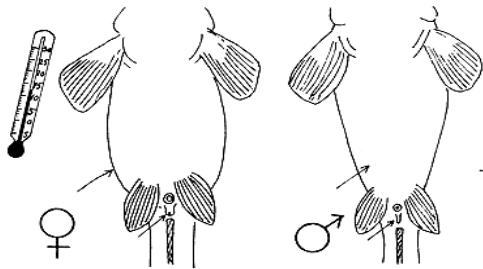


Рис. 9 различия в форме полового соска у Европейского сома.



Рис. 10 различия в форме полового соска у африканского сома.

У форелей во время нерестового сезона легко отличить самок от самцов: самцы более прогонисты, их спина выше и с горбинкой. Окраска самцов ярче. Их нижняя челюсть заострена и имеет клиновидную форму. В более зрелом возрасте нижняя челюсть крючкообразно изгибается и покрывается выпуклыми наростами (Рисунок 11, 12). Самки имеют более округлую форму, их брюшко раздувается из-за увеличившихся яичников. Мочеполовой бугорок выступает на 1-2 см, его верхушка округлена (Рисунок 13).



Рис. 11- Самец форели



Рис. 12 - Самка форели



Рис. 13 - Мочеполовой бугорок самки форели

Точных способов, определяющих пол осетровых по внешним признакам нет. Как правило, в период нереста проявляются «косвенные» признаки – у самцов появляется «брачный наряд» и они выглядят «стройнее» самок. Самки одного вида и возраста больше и шире самцов, а брюшко больше и мягче. Некоторые авторы, в качестве способа определения пола осетровых рыб предлагают определять пол *по форме грудных плавников*

Половой диморфизм по форме и строению парных плавников, характерный для многих костистых рыб был установлен Подушкой (2008) у производителей амурского осетра выращенных в аквакультуре. Как видно из рисунка, более короткие и округлые грудные плавники наблюдаются у зрелых самок (Рисунок 14 А), а плавники самцов, отличаются большим размером и заострённой формой (Рисунок 14 Б).



Рис. 14 Форма грудных плавников домашних особей амурского осетра: А - самка, Б - самец (Подушка, 2008б).

морфометрическими методами

Как и для других видов рыб, для осетровых неоднократно предпринимались попытки установить внешние половые признаки, но удалось это, частично только для взрослых особей. В практике осетровод-

ства долгие годы использовали следующие морфологические критерии для отбора диких зрелых самок на осетровые заводы:

- самки, близкие к овуляции, имеют тонкую тѣшку (у менее зрелых рыб она более толстая и жирная);
- хвостовой стебель от заднего края спинного плавника до начала хвостового плавника имеет в поперечнике овальную форму, указывающую на похудение рыбы;
- рыло заострено за счёт похудения головы и всего тела;
- жучки менее острые, так как у самок, близких к овуляции, кожа больше покрыта густой слизью.

Обнаружены отдельные морфометрические различия для показателя E в урогенитальной области между самками и самцами бестера (гибрид *H. Huso* x *A. ruthenus*) (в возрасте от 3 лет). Основные отличия как видно из рисунка 15 достоверны для показателя E .

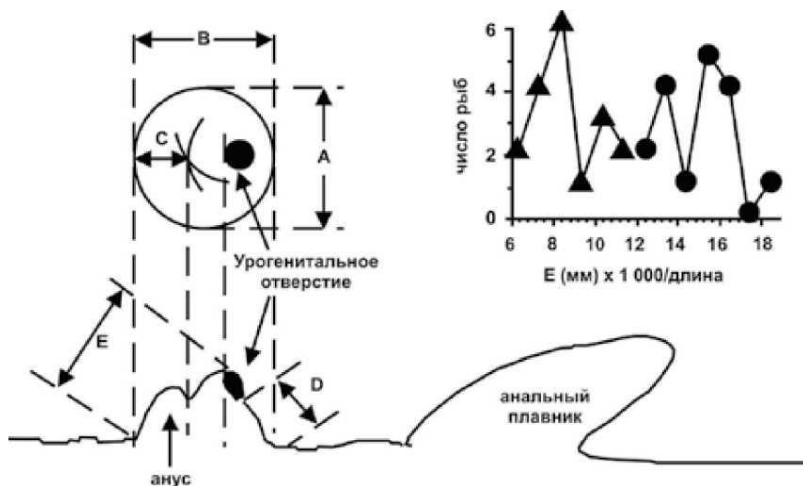


Рис. 15 Метод морфометрии урогенитальной области (Fuji et al., 1987 по Billard, 2002).

Вместе с тем, очевидно, что точность определения показателя E , зависит от угла измерения, что существенно снижает возможность практического применения этого метода.

Возможность раннего определения пола с использованием биометрических методов показана на примере *A. ruthenus* (Рисунок 16) и *A. gueldenstaedtii*. С помощью этого метода получены коэффициенты дискриминантного уравнения, позволяющего достаточно легко опре-

делить пол осетровых на основе краниологических измерений.

$$D2 = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p$$

где, **D2** – оценка выборочного расстояния Махалонобиса;

a– константа;

b1...bp – нестандартизированные коэффициенты;

X1...Xp – переменные;

p – число переменных.

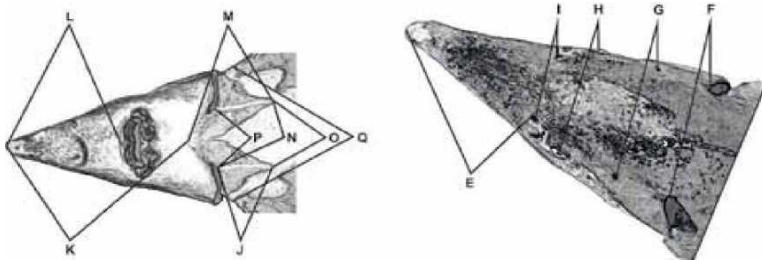


Рис. 16 Схема краниологических измерений *H. ruthenus* (Мальцев и Меркулов, 2006).

Однако морфометрические методы не были разработаны в полной мере и их использование носит пока только экспериментальный характер. Поэтому, несмотря на простоту применения, они не могут быть рекомендованы для широкого использования в рыбоводной практике.

по форме уrogenитального отверстия

Сравнительный морфологический анализ взрослых особей позволил установить некоторые внешние половые отличия. Например, уrogenитальное отверстие самцов напоминает латинскую букву «У», в то время как половое отверстие самок имеет форму буквы «О» (Рисунок 17).

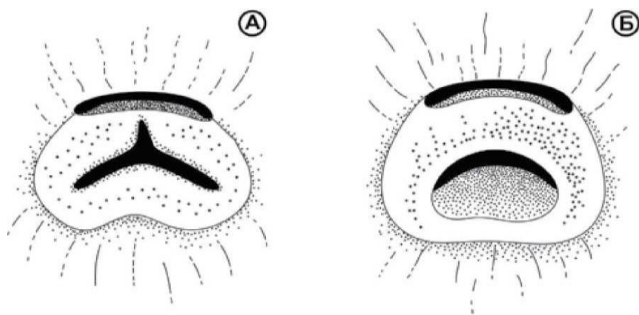


Рис. 17 Различия формы уrogenитального отверстия осетровых: А - самец, Б - самка (Vescei *et al.*, 2003).

Все эти методы требуют дополнительной проверки.

Кроме того существуют следующие методы определения пола осетровых:

Эндокринологический метод

Этот альтернативный, прижизненный, минимально инвазивный метод, заключающийся в оценке концентрации таких половых стероидов, как тестостерон (Т), 11-кетотестерон (11КТ), эстрадиола (Е2 или 1713-эстрадиол), в плазме крови осетровых рыб, широко используется.

Основным недостатком эндокринного метода является высокая стоимость проведения испытаний. Для проведения анализов крови необходимо соответствующее оборудование, определенный тип системы мечения рыб, дополнительное рабочее время для двукратного вылова рыбы (первый раз для мечения и второй раз для отделения самцов от самок), а также время для проведения самих анализов.

Метод Фурье-преобразования инфракрасных спектров

В самых последних исследованиях, проведенных М. Вэбб и др. (Webb *et al.*, 2009) и Лу и др. (Lu *et al.*, 2010) было показано, как возможности радиоиммунного анализа и измерения содержания в плазме стероидных гормонов, кальция, протеинов и т.д. могут быть расширены с использованием метода инфракрасной спектроскопии с Фурье-преобразованием (ИК-Фурье) для определения стадии зрелости гонад самок белого осетра.

Четкие различия в стадиях зрелости (превителлогенез, вителлогенез, поствителлогенез и атрезия ооцитов) были выявлены с помощью метода главных компонент (МГК). Последовательность развития ооцитов на поздних стадиях вителлогенеза также контролировалось с

использованием МГК на основе изменений концентрации плазмы в стероидных половых гормонах и содержания жира. Согласно полученным результатам, метод ИК-Фурье может быть полезным инструментом оценки зрелости ооцитов у искусственно выращиваемых осетровых и сократит необходимость применения инвазивного метода биопсии для определения коэффициента поляризации (КП). Таким образом, согласно предварительным результатам, спектральный анализ плазмы с помощью ФП-ИС может быть использован вместо биопсии и расчета индекса поляризации ооцитов.

Как указано выше, данный метод требует, чтобы во время взятия образцов крови вся рыба была помечена. После получения результатов анализов, рыба должна быть повторно выловлена для отделения самок и самцов. Данная процедура требует больших трудозатрат и часто приводит к ошибкам во время мечения.

Коротковолновая спектроскопия в ближней инфракрасной области

При проведении исследований на живых анестезированных особях белого осетра, датчик помещается на брюшную полость и перемещался на участках локализации яичника (Рисунок 20).



Рис. 20 Получение спектров гонад белого осетра с помощью неинвазивного метода коротковолновой спектроскопии в ближней инфракрасной области (Webb *et al.*, 2009).

Спектры получают с помощью спектрофотометра ProSpectra. Получение спектров производится в режиме рассеянного отражения волновом диапазоне от 600 до 1100 нм. Перед получением спектра образца, должны быть получены темный и стандартный спектры. Для сравнительного спектрального анализа, при взятии проб, у каждой

самки хирургическим путем берут образец икры 30 см^3 и помещают в тефлоновый контейнер для получения спектра.

Контрольные вопросы.

1. Что называют половым диморфизмом?
2. Какие существуют методы определения пола?
3. По каким внешним признакам отличаются самки от самцов у разных видов рыб?
4. В чем заключается эндокринологический метод определения пола?
5. Суть метода Фурье – преобразования инфракрасных спектров.

Тема 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОДОВИТОСТИ РЫБ

Цель работы: Изучить типы плодовитости рыб и методы учета икры.

Материалы и оборудование: икра различных возрастов и видов рыб, весы, линейка, колбы, 2-% формалин, циркуль.

Задание: Определить плодовитость предложенных видов рыб различными методами.

У рыб различают плодовитость *потенциальную, конечную, абсолютную, индивидуальную, относительную, рабочую, видовую и популяционную*.

Плодовитость измеряется количеством икринок, а при живорождении - эмбрионов, личинок, мальков в ячниках или яйцеводах (у хрящевых рыб), готовых к вымету в данном нерестовом сезоне.

Яичники для исследования плодовитости лучше всего брать у самок, идущих на нерестилища.

Потенциальная плодовитость – это количество икры, откладываемое самкой за всю жизнь при обитании в оптимальных экологических условиях.

У моноциклических рыб наивысший уровень потенциальной плодовитости закладывается на стадии личинок (у миног и горбуши) и сеголетков (у кеты, нерки).

У полициклических рыб с порционным, так же как и рыб с единовременным икрометанием, потенциальная плодовитость формируется на третьей стадии зрелости ячников.

Конечная плодовитость – это фактическое количество икры, выметываемое самкой за всю жизнь.

Экспериментальные данные указывают на тесную связь условий обитания и уровня потенциальной и конечной плодовитости. Он может отличаться в 3,5-6,5 раз.

Абсолютная индивидуальная плодовитость (ИАП) – это количество икры, откладываемое самкой в течение одного нерестового периода. В ихтиологии обычно учитывают абсолютную индивидуальную плодовитость, называемую плодовитостью.

Индивидуальную плодовитость можно определять прямым методом, подсчитывая количество всех яиц в гонадах, взятых для исследования, или же применяя автоматические счетчики. Но чаще всего, учитывать огромное количество яиц у рыб можно только косвенно. Косвенный метод заключается в определении общего веса (весовой) или объема (объемный) всех яиц, изолированных из яичника, а также ряда взятых из них проб. Яйца в пробах просчитывают, соотносят с единицей измерения и увеличивают либо на всю массу, либо на весь объем ястыка.

Пример весового метода: Общая масса взятой от самки икры равна 2 кг, а в 1 г в среднем содержится 90 икринок. Общее количество икринок, полученное от одной самки, составит: $90 \cdot 2000 = 180000$ шт.

Пример объёмного метода: объем всей икры 1 л, а в 5 см³ стаканчика содержится 500 икринок. Определяем общее количество икринок: $500 \cdot 1000 / 5 = 100000$ шт.

Для установления средней индивидуальной плодовитости необходимо располагать большим количеством цифрового материала и вести подсчет икры надежным способом. Нужно брать икру в стадии наибольшего развития, но до момента наступления икротетания; икру нужно отбирать у самок различного возраста, и при подсчете следует вести отдельный учет мелких недоразвившихся икринок, имея в виду, что такие икринки могут остаться невыметанными.

При взятии проб на плодовитость каждую самку нужно измерить и взвесить, а также взять чешую, плавниковый луч или другой объект для последующего определения возраста. Затем рыбу вскрывают, весь яичник взвешивают и отделяют пробу для подсчета. Эта про-

ба не должна быть большой: у лососей достаточно брать до 20 г, у других рыб — 5—10 г, у ряпушки — 0,5—2 г, т. е. чем мельче икринки, тем меньше навеска.

Пробу взвешивают на аптекарских роговых весах, кладут в баночку, снабжают этикеткой и заливают слабым (2-процентным) формалином (1 часть формалина на 19 частей воды). В соответствующем журнале записывают наименование рыбы, время и место поимки, орудие лова, степень зрелости, длины тела: ab , ac , ad и od , вес всей рыбы, икры и пробы. Надо оставить графы для вписывания количества икринок в навеске, во всем яичнике, диаметра икринок и для показателей возраста.

Для определения средних размеров икринок рекомендуется взять 10 икринок, расположить их по прямой линии, определить циркулем длину этой линии и, разделив ее на 10, получить средний диаметр икринок. Еще лучше определять диаметр икринок с помощью окуляр-микрометра. Так как икра в воде набухает, надо измерять только что изъятые из яичников или фиксированные в формалине икринки.

Плодовитость рыб является приспособительным свойством вида и значительно колеблется. Наиболее низкая плодовитость наблюдается у хрящевых рыб, которые выметывают хорошо развитых мальков или откладывают оплодотворенные яйца, покрытые прочной роговой оболочкой икринок). Второе место по плодовитости занимают виды, откладывающие икру на растительность и не проявляющие заботы о потомстве. Так плодовитость сазана, икра которого развивается на растительности, составляет 0,6-1,5 млн. икринок.

У рыб, проявляющих заботу о потомстве, наблюдается меньшая плодовитость. Например, живородящая бельдюга выметывает от 10 до 400 личинок, колюшка откладывает 60-550 икринок, бычки — 1-2 тыс. икринок.

Количество и качество икры находятся в зависимости от массы длины тела, возраста, жирности и ряда абиотических и биотических факторов, что имеет приспособительное значение. По мере роста рыбы и увеличения ее массы абсолютная индивидуальная плодовитость повышается. Однако у старых особей процесс развития яиц может затухать, и они становятся бесплодными.

Рыбы обладают свойством регулировать плодовитость в зависимости от изменяющихся условий среды и, особенно от обеспеченности пищей. Улучшение условий откорма приводит к ускорению темпа роста, а, следовательно, к более высокой плодовитости одноразмерных

рыб. В связи с этим, плодовитость одного вида в разных водоемах различна, отражает условия существования рыб и направлена на обеспечение определенной величины пополнения.

У азовского судака, например, наблюдается тесная связь между колебаниями плодовитости и летними заморами, вызывающими ослабление питания, а также отмечена прямая зависимость его плодовитости от активности солнца, хотя в эти годы урожаем молоди, наоборот, уменьшается.

Относительная плодовитость (ОП) – это количество икринок, приходящееся на единицу длины или массы тела самки, для чего ИАП делится на длину или массу самки.

Относительную плодовитость можно сравнивать лишь у отдельных стад одного вида. У большинства видов (лещ, щука, черноморские кефали и др.) относительная, как и абсолютная индивидуальная, плодовитость с ростом самок увеличивается.

Для определения относительной плодовитости берут общий вес рыбы (кг или г), определяют число икринок во всем яичнике и делят на вес рыбы.

Относительная плодовитость важна в рыбоводстве. Имея расчет количества икры на 1 кг веса тела рыбы, можно определить по весу самки и количество имеющейся в ней икры (количество икры зависит и от размера и возраста рыбы).

Рабочая плодовитость представляет собой количество икринок, получаемое от одной самки для рыбоводных целей. У пеляди, например, она составляет около 70% абсолютной индивидуальной плодовитости.

Рабочая плодовитость рыб принимается рыбоводами, и введен этот термин после того, как рыбоводы установили, что они не могут получить такое количество способной к оплодотворению икры, которое соответствует индивидуальной плодовитости каждой самки. Полученная искусственным путем (путем отцеживания) икра тоже не вся остается живой и годной к оплодотворению. В руках более опытного рыбовода рабочая плодовитость будет выше, чем плодовитость той же рыбы, но взятой неопытным лицом. Никакой методики для установления рабочей плодовитости рыб пока не разработано, и мало случаев, когда приводят показатели рабочей плодовитости.

Видовая абсолютная плодовитость – это общее количество икринок, выметываемое рыбой за всю ее жизнь.

Для определения значения плодовитости в пополнении стада

недостаточно иметь абсолютную индивидуальную, относительную и видовую плодовитость. Для этого необходимо определить показатель видовой плодовитости. Показатель видовой плодовитости – условная величина, зависящая от ряда факторов: индивидуальной плодовитости, возраста наступления половой зрелости, числа икротетаний и др.

Показатель видовой плодовитости вычисляют по формуле С.А. Северцова (1):

$$q = \sqrt[pjs]{r}, \quad (1)$$

где r – индивидуальная плодовитость;

p – период между двумя икротетаниями;

j – возраст наступления половой зрелости;

s – соотношение полов в популяции.

Б.Г. Иоганзен, дополнив формулу С.А. Северцова числом икротетаний в течение жизни (x) и опустив соотношение полов (оно близко 1:1), представил её в следующем виде (2):

$$q = \sqrt[pj]{rx}, \quad (2)$$

где x — число икротетаний в течение жизни. Этим автором из формулы исключается показатель s .

В табл. 28 приведены показатели видовой плодовитости некоторых видов рыб.

Таблица 28 Показатели видовой плодовитости рыб

| Вид рыбы | Средняя индивидуальная плодовитость, шт. икринок | Возраст наступления половой зрелости, годы | Период между двумя икротетаниями годы | Показатель видовой плодовитости | Автор |
|----------|--|--|---------------------------------------|---------------------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Белуга | 2400000 | 16-20 | 5 | 1,17 | Иоганзен |
| Северюга | 200000 | 10 | 3 | 1,50 | » |
| Стерлядь | 25000 | 3-4 | 2 | 4,25 | » |
| Язь | 80000 | 3-5 | 1 | 16,82 | » |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Уклея | 250000 | 3-5 | 1 | 22,36 | » |

| | | | | | |
|---------------|--------|-----|---|--------|--------|
| Окунь | 150000 | 2-3 | 1 | 117,60 | » |
| Бычок-кругляк | 800 | 1 | 1 | 800,0 | Михман |

Популяционная плодовитость (R) вычисляется по следующей формуле (3).

$$R = \frac{k \sum_{t^I}^{t^{II}} \kappa p n \sum_{f_i + m}^{t^{II}} \frac{pf}{f_i + m}}{100 \sum_{t^I}^{t^{II}} pt}, \quad (3)$$

где t — возраст в годах;

t^I — возраст, при котором наступает половозрелость;

t^{II} — возраст, при котором особи прекращают нереститься (максимальный возраст рыб в популяции);

p — относительная величина данной возрастной группы» выраженная в % от общего количества половозрелых особей;

n — абсолютная плодовитость одной самки данного возраста;

f — число самок в средней пробе;

m — число самцов в средней пробе;

k — число икротетаний в течение года.

Рыбы в сравнении с другими позвоночными животными поражают своей высокой плодовитостью, под которой разумеется количество яиц или икринок, откладываемых самкой в течение одного нерестового периода. Известны рыбы, которые за один нерест выметывают по несколько сот миллионов икринок (луна-рыба). Треска и угорь выбрасывают миллионы икринок, а рыб выметывающих сотни и десятки тысяч икринок, множество. Есть и такие рыбы, плодовитость которых определяется небольшими количествами икры (до нескольких сот яиц — ручьевая форель, до нескольких десятков яиц — морская игла и до нескольких штук яиц - акула катран). Количество икры только до некоторой степени характеризует обеспеченность сохранения и умножения данного вида. Например, речной угорь выметывает до 10 млн. икринок, а горбуша—менее 2000 икринок, т. е. плодовитость угря в 5000 раз выше плодовитости горбуши. Оба эти вида только один раз в жиз-

ни оставляют после себя потомство, причем продолжительность жизни горбуши очень коротка, всего 1 1/2—2 года, а угорь живет около 10 лет. Между тем, едва ли поголовье речного угря в мировом масштабе в 5000 раз больше общего количества горбуши. Сельдь мало плодовитая рыба, а составляет основу мирового рыболовства. Луна-рыба, имеющая плодовитость до 300 млн. икринок, нигде не встречается стадами. Численность стада рыб обуславливается: степенью сохранности оплодотворенной икры, выживаемостью молоди, числом икротетаний, условиями размножения, условиями жизни взрослых рыб и т. п. Тем не менее количество откладываемой икры в сохранении вида — фактор весьма существенный.

Зная среднюю плодовитость разводимых рыб, рыбовод может составить реально осуществимый рыбоводный план завода или пункта и установить количество производителей, которое необходимо для искусственного оплодотворения.

Знание плодовитости необходимо и для суждения об эффективности естественного нереста рыб. При исследовании нереста и нерестилищ количество пришедших на нерестилища производителей и степень (количество) засева их икрой должны учитываться, так как это главнейшие факторы, влияющие на состояние запасов рыб. На определенную нерестовую площадь нужны определенное количество производителей и определенная густота размещения икры. У некоторых рыб (например, у дальневосточных лососей) можно учитывать количество идущих на нерест производителей и в зависимости от размеров и условий нерестовых площадей пропускать в реки нужное количество рыб. При этом необходимо знать плодовитость рыб.

Плодовитость рыб может служить отличительным признаком и при расовом изучении рыб. Осенняя кета, выделяемая в особую промысловую и систематическую группу как *Oncorhynchus keta infraspecies autumnalis*, отличается от летней большей плодовитостью.

У многих рыб половые железы развиваются неодинаково, например у мойвы в одном (левом) яичнике было насчитано 7860 икринок и другом (правом) — только 475 икринок (Суворов, 1931), и размеры икринок не всегда одинаковы, то навеску для подсчета икры следует брать из разных мест и из обеих половинок железы.

Объемный метод определения плодовитости. В настоящее время этот метод допускается только применительно к подсчету крупной икры, и все же точности здесь не достигается. В рыбоводстве объемным способом пользуются при счете икры лососевых и осетровых рыб.

Взвешивают всю икру, затем берут 2 или 3 пробы и наполняют ими 25 см³ градуированной мензурки, точно просчитывают число икринок в этом объеме сосуда и по этой пробе определяют количество всей взятой из рыбы икры, объем которой известен.

Отделенные от оболочки икринки в 70%-ном спирту помещают в калиброванный сосуд, закрытый пробкой. Через отверстие в пробке вводят планктонную пипетку Гензена: жидкость старательно встряхивают для равномерного распределения в ней икринок, и в то же время в пипетку втягивается 0,5—1 см³ спирта с икринками. Затем пробу распределяют с помощью кисточки на черной навощенной дощечке (10 см²), разграфленной на квадратные сантиметры. Полученные путем подсчета цифры записывают на разграфленную бумагу. Такие подсчеты нужно несколько раз повторить и исходить из средней. Отсюда нетрудно рассчитать общее количество икринок.

Например: морская камбала 8 лет, 51 см длины; икринки заключаются в 440 см³ спирта; в пробе (1 см³) подсчитано 776 икринок, следовательно, всего икры 776Х440=341 440 шт.

Существует графический способ определения плодовитости по диаметру икринок и их общему объему. Измеряют диаметр у 50—100 и более икринок и вычисляют их средний диаметр. Определяют общий объем яиц, содержащихся в яичниках. Затем по графику Байера находят количество яиц в данном объеме.

Этот графический метод можно заменить вычислениями по уравнению, предложенному В. А. Амосовым (Дрягин, 1952):

$$y = \frac{1049479}{x^3},$$

где y — количество икринок в 1 л,

x — диаметр икринок, мм.

Если диаметр икринок в среднем 5 мм, то

$$y = \frac{1049479}{125} = 8396 \text{ икринок;}$$

при диаметре 2 мм

$$y = \frac{1049479}{8} = 131185 \text{ икринок.}$$

Описанным методом особенно удобно пользоваться в рыболовной практике, когда нужно быстро определить количество икры.

Плодовитость порционно нерестующих рыб

Диаметр икры таких рыб имеет различные величины. Среди икры, которая должна быть выметана в текущем году, есть немалое количество икринок с меньшими диаметрами. Четвертая (последняя или резервная) группа яиц, по мнению должна быть выметана в следующем году, и количество икринок, содержащихся в этой группе, нельзя засчитывать в плодовитость рыбы.

«При определении плодовитости порционно нерестующих рыб надо различать плодовитость по каждому отдельному вымету, плодовитость по остаточной икре и общую, индивидуальную плодовитость. Последняя может быть определена до начала первого нереста по сумме всех икринок, включая крупные и все мелкие икринки; у особей последующих нерестов, т. е. второго, третьего и т.д. выметов, можно определить лишь остаточную плодовитость по учету крупной и мелкой остаточной икры».

Следует иметь в виду, что у некоторых мелких и скороспелых видов рыб, обладающих особым типом «неперемежающегося» овогенеза, фактически нельзя определить общую плодовитость без экспериментальных данных. У таких видов все время в течение нерестового периода идет пополнение созревающих овоцитов разных стадий развития гамет из так называемых резервных овоцитов. Необходимо определять плодовитость у каждой возрастной группы.

Возрастных промысловых групп обычно немного — менее 10. Нередко в промысловом стаде преобладают только 2—3 возрастные группы. Единичные особи самых старших групп не могут влиять на среднюю плодовитость вида, определение плодовитости таких отдельных самок имеет лишь частный интерес, как показатель максимальных количеств икры.

Методика подсчета икры форели.

1. Метод VON BAYER для замера и подсчёта икры использует способ сквозного измерения икринки форели при помощи линейки размером 12 дюймов в длину (внутренний размер), под углом 45градусов и глубиной 1,5 дюйма. Метод VON BAYER имеет 2 способа применения: первый — для измерения размера икринок и второй — для подсчёта их количества.

Для замера икры необходимо:

1. Увлажнить икру.
2. Заполнить VON BAYER икринками в один ряд.
3. Используя неострый указательный предмет (например, карандаш) убрать лишние икринки из VON BAYER . Стараться не протал-

кивать икринки силой. Они должны размещаться свободно, примыкая друг к другу так, чтобы между ними не было расстояния.

4. Пересчитать количество поместившихся икринок.

5. В соответствии с таблицей VON BAYER определить размер икры и количество икры на унцию или литр.

2. Метод подсчета икры

1. Взять сосуд ёмкостью в 1 кварту или 1 литр. При необходимости отрезать лишнюю часть сосуда, превышающую отметку в 1 кварту или 1 литр.

2. Наполнить мерную ёмкость наполовину водой.

3. Используя сито, добавить икру. Постучать по одной стороне ёмкости, чтобы избавиться от воздушных пузырьков и дать икринкам осесть.

4. Уровнять икринки на поверхности ёмкости, убирая лишнюю икру.

5. Поместить отмеренную икру в отдельный контейнер.

6. Повторить процесс, пока вся икра не будет подсчитана.

7. Перемножить число квартов или литров с икрой на размер икринок. В результате получится общее число всех икринок.

Контрольные вопросы.

1. Дать определение термину абсолютная индивидуальная плодовитость.

2. Дать определение термину относительная плодовитость.

3. Приведите формулу для определения видовой абсолютной плодовитости.

4. Принцип объемного метода определения плодовитости.

5. Принцип объемного метода определения плодовитости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корниенко Г.Г., Ложическая Т.В., Реков Ю.И. Половое созревание азовского осетра // Рыбное хозяйство, 1988, № 3. — С. 93–95.
2. Корниенко Г.Г. Ранние дегенеративные изменения в овоцитах кубанской севрюги *Acipenser stellatus* Pallas // Вопр. ихтиол. 1975, Т. 15, вып. 3. — С. 561-564.
3. Никольский Г.В. Частная ихтиология. Высшая школа, М. 1971. 471 с.
4. Никольский Г.В. Экология рыб. Высшая школа, МЛ 974. М. 1975. 357 с.
5. Роскин, Г. И. Микроскопическая техника. Москва: Советская наука, 1951 .- 446с.
6. Ромейс Б., Микроскопическая техника, пер. с нем., М., 1953.- 719 с.
7. Подушка С.Б. 2008б. Половые различия в форме парных плавников у амурского осетра. Осетровое хозяйство. 2: 69-71.
8. Мильштейн В.В. 1982. Осетроводство. М.: Пищевая промышленность. 150 с.
9. Мальцев А.В. и Меркулов Я.Г. 2006. Биометрический метод определения пола осетровых в частности, русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* (Acipenseridae) азовской популяции. М.: Вопросы ихтиологии. 46(4): 536–540.
10. Webb, M.A.H., feist. G.W., foster. E.P., schreck, C.B. & fitzpatrick. M.s. 2002. Potential classification of sex and stage of gonadal maturity of wild white sturgeon using blood plasma indicators. transactions of the American fisheries society, 131: 132–142.
11. Webb, M.A.H., Doroshov, s., Rasco, R., Cavinato, A., sealey, W., fornshell, G., Lemon, L. & Ray, L. 2009. Determining ripeness in white sturgeon females to maximize yield and quality of caviar. Annual Progress Report. Part ii. Western Region Aquaculture Center, United States Department of Agriculture: pp. 1–36.
12. Lu, X., Webb, M., talbott, M., Van Eenennaam, J., Palumbo, A., Lunares-Casensve, J., Doroshov, s., struffenegger, P. & Rasco, B. 2010. Distinguishing ovarian maturity of farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) by Fourier transform infrared spectroscopy: a potential tool for caviar production management. Journal of Agricultural and food Chemistry, 58(7): 4056–4064.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|--|
| Введение..... | |
| Т е м а 1.Стадии зрелости гонад и сравнительная оценка отдельных шкал зрелости..... | |
| с т и | |
| Т е м а 2.Коэффициенты и индексы зрелости. Сбор и фиксирование гонад | |
| Т е м а 3.Методы исследований стадий развития гонад..... | |
| Т е м а 4.Определение пола у рыб..... | |
| Т е м а 5.Определение плодовитости рыб..... | |
| Литература..... | |

Учебное издание

Барулин Николай Валерьевич

Усова Оксана Владимировна

ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБ

Методические указания к лабораторным занятиям

Редактор
Технический редактор
Корректор

Подписано в печать . .2016. Формат . . Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,92.
Тираж экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.