



Л. П. Рыжков, А. В. Полина

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЫБ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л. П. Рыжков, А. В. Полина

**Морфофизиологические
показатели рыб**

*Учебное пособие
для студентов эколого-биологического факультета*

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ
2014

УДК 639.31.03
ББК 47.2
P93

Рецензент

Е. А. Румянцев, докт. биол. наук, профессор

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Петрозаводского государственного университета

Издается в рамках реализации комплекса мероприятий
Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012—2016 гг.

Рыжков, Л. П.

P93 Морфофизиологические показатели рыб : учеб. пособие для студентов эколого-биологического факультета / Л. П. Рыжков, А. В. Полина. — Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2014. — 36 с.

ISBN 978-5-8021-2003-3

В учебном пособии приведены материалы по использованию морфофизиологических показателей рыб для решения научных и прикладных задач в рыбохозяйственной отрасли. Дана подробная характеристика морфофизиологических параметров рыб как маркеров здоровья рыб в естественных условиях обитания, при выращивании в искусственных условиях и как тест-объектов в токсикологических исследованиях. Представлена методика проведения морфофизиологических исследований. Предложен комплекс параметров для диагностики патологий рыб при неблагоприятных условиях обитания.

Для оценки благополучия рыб и степени их патологий по морфофизиологическим параметрам учебное пособие рекомендуется использовать в учебном процессе студентами и аспирантами, специализирующимися в области экологии, ихтиологии, рыбоводства и токсикологии, а также оно предназначено для специалистов рыбоводных хозяйств.

УДК 639.31.03
ББК 47.2

ISBN 978-5-8021-2003-3

© Рыжков Л. П., Полина А. В., 2014
© Петрозаводский государственный университет, 2014

Содержание

Введение	4
1. Морфологические показатели рыб	6
2. Физиологические (гематологические) показатели рыб	10
3. Материал для морфофизиологических исследований	13
4. Методика морфологических исследований	15
5. Методика физиологических (гематологических) исследований	18
6. Определение возраста и пола рыб	23
7. Патолого-морфологическая оценка рыб	26
Список рекомендуемой литературы	31
Приложения	32

Введение

Экологическая физиология рыб изучает закономерности осуществления физиологических процессов в организме в зависимости от условий окружающей водной среды.

Взаимодействие организма рыб и среды проявляется в разных формах и затрагивает многие их функции. Физиологическое реагирование организма на воздействие изменяющихся факторов среды протекает весьма сложно и разнопланово, в связи с чем предполагается необходимость наличия множества биологических тестов. Однако реактивность различных биотестов не одинакова, поэтому среди них следует выделять наиболее важные для жизнедеятельности организмов, которые в максимальной степени интегрируют их общее физиологическое состояние. К таким показателям относятся морфофизиологические, позволяющие получать оптимальное представление об уровне жизнеспособности рыб, их устойчивости и приспособленности к конкретным условиям среды. Это состояние внутренних органов, гематологические показатели, наличие жировых накоплений, упитанность. Использование этих показателей широко применяется в ихтиологии, экологии, рыбоводстве, токсикологии для решения целого ряда научных и прикладных проблем рыбного хозяйства.

Обычное наблюдение в настоящее время носит констатирующий характер и не всегда позволяет четко выявить состояние здоровья выращиваемых рыб, что нередко приводит к массовым их заболеваниям и большим потерям рыбной продукции. Чаще всего о болезни рыб судят по их поведению, изменениям внешнего вида, новообразованиям на теле и другим визуально наблюдаемым показателям. Обычно к этому времени болезнь уже становится массовой, начинается большая гибель выращиваемой рыбы.

Увеличение объемов аквакультуры и особенно переход к индустриальным методам рыбоводства не могут успешно развиваться без объективного контроля за состоянием и качеством производимой рыбопродукции. Сохранить здоровье рыб, своевременно установить начало их заболевания возможно лишь при использовании морфофизиологического контроля. Ранняя диагностика заболевания рыб с помощью методов морфофизиологии позволяет своевременно осуществлять профилактические мероприятия и предупреждать массовые заболевания рыб.

В предлагаемом учебном пособии, на основе результатов многолетних исследований, предлагается ряд методов ранней диагностики состояния рыб с помощью контроля за их общим состоянием, за состоянием внутренних органов, за динамикой гематологических показателей и другим особенностям рыб. Рекомендуемые морфофизиологические способы оценки состояния здоровья рыб в целом не трудоемки, не требуют дорогого оборудования и могут выполняться непосредственно рыбоводами хозяйства. Анализ же результатов требует специальных знаний, которые могут быть получены при повышении квалификации специалистов хозяйства. Повышение квалификации специалистов-рыбоводов регулярно организуется инновационно-технологическим центром по садковому рыбоводству и лабораторией экологических проблем Севера Петрозаводского государственного университета.

1. Морфологические показатели рыб

Для оценки благополучия состояния рыб в условиях естественно-го обитания или выращиваемых на рыбоводных хозяйствах, а также используемых в токсикологических исследованиях в качестве маркеров обычно изучаются структура и показатели общего роста и развития внутренних органов рыб. В частности, исследуются размеры и общий вес рыб, а главное, дается характеристика сердца, печени, жабр, селезёнки, почек, желудочно-кишечного тракта, наличие и количество внутривисцерального жира, обеспечивающие оптимальную оценку общего состояния организма в конкретных условиях. Для полноты оценки состояния организмов рыб в конкретных условиях среды используются гематологические показатели.

Общая оценка состояния организма рыб выполняется по величине линейных и весовых показателей. Обычно определяются общие размеры рыбы — длина рыбы от конца или середины хвостового плавника до конца рыла, а также длина тела без хвостового плавника, длина тела без головы, длина тушки, высота и объем тела. Одновременно определяется индивидуальный вес каждой исследуемой рыбы.

Исследование внутренних органов обычно начинается с анализа состояния и размеров сердца.

Сердце у рыб располагается в сердечной сумке, отделяемой от общей полости тела соединительнотканной перегородкой, и находится позади последней пары жаберных дуг с брюшной стороны. Сердце состоит из трех отделов: венозный синус (венозная пазуха), предсердие и желудочек. В такой последовательности перечисленные отделы сердца и располагаются, но не в одной плоскости. Следует отметить, что венозный синус и предсердие лежат несколько выше и под углом к желудочку. Это необходимо учитывать исследователям для правильного и полного извлечения сердца рыб. Вес сердечной мышцы зависит от работоспособности организма и условий жизни рыб.

Функция сердца состоит в том, что его отделы последовательно сокращаются и расслабляются, благодаря чему создается односторонний поток крови. В норме сокращение (систола) и расслабление (диастола) строго следуют одно за другим (ритм сердца). Сердце — это «мотор» организма. В сердце кровь венозная. Чтобы обеспечить односторонний ток крови в сердце, между разными отделами его

имеются клапаны, которые препятствуют обратному току крови. Во время сокращения предсердия желудочек расслаблен (расширен). Клапаны устроены и расположены так, что кровь из предсердия при сокращении его может двигаться только в направлении желудочка. Когда желудочек заполнится кровью, он резко сокращается, при закрытых клапанах в предсердии кровь переходит в артериальную луковицу, а затем в аорту и далее распределяется по всему организму.

Печень расположена в передней части брюшной полости, у хрящевых рыб достигает значительных размеров (у акул — до 14—25 % от массы тела), у костных ее масса в несколько раз меньше (1—8 % от массы тела). Среди костистых наиболее крупная печень у тресковых (5—8 % от массы тела). Эта трубчато-сетчатая железа у большинства рыб (кроме лососёвых) имеет многолопастную форму (у карповых до 7 лопастей). В печени вырабатывается желчь, которая сначала собирается в желчном пузыре, а затем через желчный проток изливается в пищеварительный тракт, эмульгируя жиры и активируя липазу. Наряду с этим печень выполняет барьерную функцию, кровь, оттекающая от пищеварительных органов, проходит через печень, в которой происходит обезвреживание чужеродных белков и ядов. Пройдя через печень, очищенная кровь по печеночной вене направляется к сердцу. В печени откладывается гликоген, а у акул и тресковых — энергоемкие жиры и витамины. В ней синтезируются белки крови, такие как альбумин и фибриноген.

У здоровой рыбы, обитающей в нормальных условиях, печень плотная, красновато-коричневого цвета с глянцевым отливом.

Жабры — основной орган дыхания рыб, через который осуществляется извлечение кислорода из воды и насыщение им протекающей через жабры крови. Форма жабр у рыб разнообразна и зависит от их видовой принадлежности. У костистых на правой и левой сторонах головы имеются по четыре хорошо развитых жаберных дуги, на внешней стороне которых располагаются по два ряда нежных выростов. Эти выросты являются выростами слизистой оболочки и имеют вид нежных пластинок — лепестков с тонкими складками (лепесточками), которые свободно висят в жаберной полости. Сверху жабры прикрыты плотными, подвижными жаберными крышками. К основаниям жаберных лепестков подходит приносящая жаберная артерия, которая разветвляется на капилляры и пронизывает жаберные лепесточки.

По выносящей артерии обогащенная кислородом кровь поступает в аорту и далее распределяется по всему организму.

В структуру жаберного эпителия входят слизистые клетки, которые наряду с другими функциями имеют важное значение в сохранении устойчивости организма к различным токсическим веществам, встречающимся в воде.

Селезёнка рыб, обычно вытянутой формы, расположена в передней части полости тела между петлями кишечника. В зависимости от условий среды и состояния рыб объем селезёнки существенно изменяется. При неблагоприятных условиях и пониженном уровне метаболизма объем ее обычно сокращается. В нормальных условиях цвет селезёнки темно-красный. При ухудшении условий или заболевании селезёнка становится бледно-красноватой, объем ее чаще всего сокращается. Селезёнка является одним из органов, в котором осуществляется кроветворение, в частности, формируются эритроциты, лимфоциты и тромбоциты. Она также выполняет функцию депонирования крови и разрушения старых эритроцитов.

Желудок, являясь продолжением пищевода, расположен в передней части полости тела. Это мускулистое образование разных форм и различных размеров, обусловленных видовой принадлежностью рыб. У большинства рыб желудок небольшого объема. Исключение составляют хищные рыбы, у которых желудок значительных размеров, что обусловлено крупными объектами питания. Особенностью желудка любых видов рыб является его способность растягиваться в зависимости от количества поступающей пищи. В слизистой ткани желудка расположено множество специализированных железистых клеток, вырабатывающих соляную кислоту и фермент пепсин, расщепляющий белок в кислой среде. Этот процесс осуществляется следующим образом: при поступлении пищи в желудок железы слизистой активизируются и выделяют соляную кислоту и пепсин; создается кислая среда, пепсин активизируется и переваривает белки пищи. У хищных рыб, питающихся белковой пищей, в желудке переваривается основная часть пищи.

У карповых, бычков и некоторых других видов рыб желудок отсутствует. При отсутствии желудка пепсин не вырабатывается, белки пищи перерабатываются в переднем отделе кишечника с помощью трипсина, поступающего в кишечник из желез его слизистой оболочки.

Кишечник у большинства рыб представлен короткой тонкой кишкой, удлинённой толстой и прямой кишкой. У безжелудочных рыб передняя часть тонкой кишки расширена и по форме приближается к желудку. Общая длина кишечника зависит от характера питания рыб, у хищных рыб кишечник короткий, а у рыб, питающихся растительной пищей, достаточно длинный. Например, у щуки, судака и окуня его длина не превышает 1,2 общей длины рыб. У растительноядных видов рыб (толстолобика, белого амура, циклид) длина кишечника в 8—15 раз превышает длину их тела.

Независимо от наличия желудка у многих видов рыб в начальной части кишечника расположены мешковидные выросты — пилорические придатки, участвующие в выработке пищеварительных ферментов. Здесь же в кишечник впадают протоки желчного пузыря и поджелудочной железы, вносящие в него пищеварительные ферменты. Железы слизистой оболочки кишечника также участвуют в формировании пищеварительных ферментов. Перистальтика кишечника и складчатость его внутренних стенок способствуют ускорению процесса пищеварения. При этом складчатые внутренние стенки кишечника, увеличивая их поверхность, интенсифицируют процесс всасывания трансформированной пищи в кровеносную систему организма.

Внутриполостной жир, являющийся энергетическим резервом организма, обычно откладывается на внешних стенках пищеварительного тракта. От его объемов у многих видов рыб зависит их выживаемость в неблагоприятных условиях. Например, если не накоплен определенный объем внутриполостного жира перед зимовкой у карпов, то большинство рыб во время зимовки погибает. Избыток внутриполостного жира при выращивании в искусственных условиях может негативно сказаться на скорости роста рыб. В такой ситуации большая часть вещества пищи, вместо ее использования на увеличение мышечной ткани, направляется в резерв для накопления внутриполостного жира.

2. Физиологические (гематологические) показатели рыб

Весьма эффективно использование в диагностических целях показателей периферической крови и интенсивности кроветворения. Проходящие в крови рыб изменения могут служить надежным индикатором здоровья рыбы, что позволяет считать ихтиогематологический метод достаточно чувствительным и перспективным. Кровь интегрирует все системы в организме и одной из первых реагирует на изменения факторов внешней и внутренней среды. Поэтому анализы крови, их интерпретация в плане понимания реакций на то или иное воздействие занимают одно из ведущих мест в клинической диагностике.

В организме рыб кровь переносит питательные вещества от кишечника к печени и другим органам; кислород из внешней водной среды от жабр ко всем клеткам тела; освобождает клетки тела от продуктов обмена; переносит и распределяет гормоны и резервные вещества внутри тела рыбы. Для осуществления этих жизненных функций кровь, благодаря сердцу, все время находится в движении. Периферическая кровь, непрерывно циркулируя по системе замкнутых сосудов, постоянно омывает ткани, органы и системы органов, изменяя и постоянно обновляя свой плазменно-клеточный состав.

Форменными элементами крови являются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты, каждая из этих групп выполняет свои функции.

Эритроциты, основная их функция заключается в переносе кислорода, угольной кислоты, аминокислот. По форме эритроциты представляют собой эллипсоидные клетки с плотным ядром, повторяющим форму эритроцита. Широкий слой цитоплазмы обволакивает ядро. По размерам и окраске эритроциты однородны. У рыб в периферической крови присутствуют как зрелые, так и незрелые эритроциты, что является нормальным показателем и не служит патологическим параметром в отличие от крови взрослых млекопитающих. Незрелые эритроциты в основном представлены базофильными и полихроматофильными клетками округлой формы с различным характером уплотнения ядра, компактностью хроматина в нем, с разным, но незначительным содержанием гемоглобина. По присутствию незрелых форм эритроцитов судят об интенсивности кроветворения в организме рыб. Наличие незрелых эритроцитов в крови свидетельствует о том, что гемопоэз у рыб протекает довольно интенсивно.

У рыб образование клеток крови происходит в нескольких органах. Основными очагами кроветворения являются почки (головной отдел) и селезёнка, затем жаберный аппарат (эндотелий сосудов и ретикулярный синцитий, сосредоточенный у основания жаберных лепестков), кишечник (слизистая), сердце (эпителиальный слой и эндотелий сосудов), сосудистая кровь, лимфоидный орган (скопления кроветворной ткани — ретикулярного синцития — под крышкой черепа).

Поэз клеток эритроидного ряда проходит по схеме: эритробласт — пронормобласт — базофильный нормобласт — полихроматофильный нормобласт — оксифильный нормобласт — зрелый эритроцит. По мере созревания эритроцитов ядро в клетке уменьшается в размерах и уплотняется, окраска его темнеет. Слой цитоплазмы, наоборот, увеличивается. Первоначально его интенсивно синяя окраска постепенно светлеет и по мере накопления гемоглобина становится розовато-желтой. Округлая клетка и находящееся в ней ядро вытягиваются и принимают эллипсоидную форму. Образуется зрелый эритроцит.

Лейкоциты различают по величине, форме и строению ядер, по зернистости и количеству протоплазмы, а также по способности окрашиваться кислыми и основными красками. По данным признакам лейкоциты классифицируют на: зернистые клетки — гранулоциты; незернистые клетки — лимфоциты и моноциты. Гранулоциты являются функционально активными клетками, обладающими самостоятельной подвижностью и макрофагоцитарной способностью, участвуют в процессах регенерации и репродукции тканей. Фагоцитарную активность имеют не только зрелые гранулоциты, но их молодые формы, начиная со стадии миелоцитов. Функциональная активность гранулоцитов осуществляется благодаря наличию в них окислительных ферментов, щелочной фосфатазы и различных энергетических веществ (гликогена, липидов, белков).

Лимфоциты — это небольшие округлые клетки. Ядро лимфоцита занимает большую часть клетки, круглое, плотное, окрашивается в темно-фиолетовый цвет. Цитоплазма красится в сине-фиолетовый цвет, гомогенный цвет. Цитоплазма более крупных лимфоцитов окружает ядро узкой полоской со всех сторон, у более мелких — лишь с одной стороны или вообще не видна (голаядерные лимфоциты). Лимфоциты активно участвуют в гуморальном иммунитете благо-

даря образованию антител. Образование антител тесно связано с синтезом иммунных белков — бета- и гаммаглобулинов. Обладают небольшой фагоцитарной функцией. Наряду с этим лимфоциты выполняют роль фиксаторов токсинов в организме.

Нейтрофилы — более крупные клетки по сравнению с лимфоцитами. Ядро сильно сегментировано или многолопастное, палочковидное, окрашивается в красновато-фиолетовый или малиновый цвет, светлее ядер лимфоцитов. Цитоплазма светлая, голубовато-серая, гомогенная. Чем больше сегментировано ядро, тем оно темнее и тем светлее цитоплазма. Иногда цитоплазма бывает пенистой.

Моноциты — большие клетки. Имеют бобовидное ядро, которое лежит у края клетки и занимает большую ее часть. Окрашено менее интенсивно, чем ядро нейтрофилов. Цитоплазма базофильна. Основная функция моноцитов сводится к фагоцитозу возбудителей инфекций и продуктов клеточного распада.

Продолжительность жизни лейкоцитов от 10 до 14 суток.

Тромбоциты, наряду с эритроцитами и лейкоцитами, присутствуют в циркулирующей крови рыб. Это в основном небольшие клетки веретенообразной формы, обычно располагающиеся группами, состоящими из 7—30 клеток. Весьма часто также встречаются мелкие «голядерные» клетки неправильной формы, плотное ядро которых окружено едва заметным слоем цитоплазмы. Клиновидные и яйцевидные клетки тромбоцитов встречаются весьма редко. При окраске тромбоцитов по Романовскому — Гимза цитоплазма окрашивается в грязно-розовый цвет, а ядро — в красно-фиолетовый темного тона. Главной задачей тромбоцитов является свертывание крови. При соприкосновении с инородным телом из них выделяется фермент, способствующий выпадению фибрина.

Общий объем крови у пресноводных рыб колеблется в пределах 1,8—2,4 % от массы тела.

3. Материал для морфофизиологических исследований

Материалом для исследования морфофизиологических показателей может быть любой вид рыбы, любого возраста и любого пола, отловленный как из природных водоемов, так и из рыбоводных сооружений при выращивании в искусственных условиях. Отлов рыб необходимо производить в одно и то же время суток и в одном и том же месте водоема или в одной и той же рыбоводной емкости (садке, бассейне). Используемые рыболовные снасти не должны травмировать отлавливаемую рыбу. Например, нежелательно использовать жаберные сети или крючковые снасти. Личинок и молодь рыб отлавливают ловушками типа сачков, подъемников (с подкормкой). Взрослая рыба из водоемов отлавливается волокушами, тягловыми неводами, тралами, а из рыбоводных емкостей — специальными сачками.

Для получения достоверных результатов необходимо обследовать не менее 15—20 экз. рыб каждой возрастной группы.

Необходимо отловленную рыбу немедленно помещать в рыбоводные емкости с водой и сразу же отбирать кровь на гематологический анализ, обычно определяется гемоглобин и готовятся мазки крови. Затем рыба доставляется в лабораторию для дальнейшего исследования, где определяются размеры и вес каждой рыбы, размеры и вес исследуемых внутренних органов и полостного жира, отбираются чешуя и жаберные крышки для определения возраста рыб. В лаборатории же выполняется дальнейшая обработка проб, отобранных на гематологический анализ. Все полученные результаты вносятся в специальные журналы, которые заготавливаются до начала исследования.

Дальнейшая обработка полученных результатов производится в стационарных условиях.

В целом цикл морфофизиологического анализа осуществляется следующим образом:

— определяются размерно-весовые показатели (вес, общая длина, длина без хвостового плавника, длина без головы, высота и объем тела биотестируемых рыб);

— измеряются весовые показатели внутренних органов (сердце, жабры, печень, селезёнка, желудок, кишечник) и внутриполостного жира;

- рассчитываются индексы внутренних органов и внутривисцерального жира рыб;
- определяются количественные показатели крови рыб (гемоглобин, эритроциты);
- готовятся мазки крови рыб;
- рассчитывается интенсивность кроветворения по количеству незрелых форм эритроцитов на мазках крови;
- составляется лейкоцитарная формула крови рыб;
- осуществляется статистическая обработка полученных результатов;
- оформляются результаты работы;
- выполняется анализ полученных материалов;
- обобщаются полученные результаты;
- оформляется научный отчет, статья, монография.

4. Методика морфологических исследований

Необходимое оборудование для проведения морфологических исследований:

- весы электронные (аптекарские);
- весы торсионные;
- разновесы;
- штангенциркуль;
- миллиметровая лента;
- скальпель;
- ножницы средние и малые;
- пинцеты средний и глазной;
- раствор аммиака;
- бинокляр.

Перед началом исследования проводится тщательный внешний осмотр рыбы. При внешнем осмотре оцениваются состояние внешнего покрова рыбы, ее окраска, состояние плавников, жаберных крышек, степень ослизнения, наличие повреждений, кровоизлияний и других возможных изменений.

Затем каждая рыба взвешивается для определения индивидуальной массы тела. В зависимости от массы рыбы для взвешивания используются торсионные весы, электронные весы (например, типа ВЛТЭ-1100) или весы других марок достаточной точности.

Линейные размеры исследуемых рыб определяются с помощью штангенциркуля и/или миллиметровой ленты и миллиметровой бумаги. Измерения выполняются следующим образом:

- общая длина тела измеряется от кончика рыла до конца хвостового плавника или до прямой, проведенной между кончиками хвостового плавника;
- длина тела измеряется от конца жаберных крышек до конца чешуйчатого покрова;
- максимальная высота тела измеряется от нижней части брюшины до верхней части туловища в самом широком его месте;
- объем туловища измеряется в самом широком его месте.

Затем производятся вскрытие рыбы и изъятие внутренних органов для визуального осмотра и взвешивания.

Для вскрытия рыбу держат брюшной стороной вверх и головой от себя и делают разрез по брюшной стороне от анального отверстия до жаберных крышек. Раздвигаются разрезанные ткани в стороны и производится общий осмотр внутренних органов. Определяются положение органов, их морфология и внешний вид. Оцениваются их размер, состояние краев, цвет, консистенция, степень кровенаполнения, наличие кровоизлияний и возможных повреждений. При помощи пинцета и скальпеля препарируются сердце, печень (без желчного пузыря), жабры, селезёнка, желудок, кишечник с пилорическими придатками и половые органы. С поверхности кишечника и других внутренних органов пинцетом отбирается внутривисцеральный жир. Придерживая пинцетом верхнюю часть кишечника, из него плавными движениями тупой стороны скальпеля выдавливается и полностью удаляется его содержимое. У желудочных рыб аналогичная операция выполняется как с желудком, так и с кишечником отдельно.

Изъятые из полости тела рыбы внутренние органы внимательно исследуются визуально. Обычно рекомендуется их осмотр производить в следующей последовательности:

1. При осмотре сердца обращается внимание на наличие или отсутствие жировой прослойки вокруг него, форму, степень наполнения полостей кровью, консистенцию сердечной мышцы.

2. Осмотр печени начинается с определения ее формы, величины, цвета, консистенции (плотная, мягкая, дряблая), наличия гиперемии или анемии, кровоизлияний. Одновременно исследуется желчный пузырь, определяются его наполнение и состояние желчи (цвет, прозрачность, консистенция).

3. Осматривая жабры, обращается внимание на общее состояние жаберных лепестков и лепесточков, их морфологию, цвет, возможные повреждения.

4. При осмотре селезёнки отмечают ее размеры и форма (для определения степени наполнения), цвет, консистенция (плотная, мягкая, дряблая), наличие наложений или рубцов.

5. У желудочных рыб отдельно осматриваются желудок и кишечный тракт, а у безжелудочных — вся пищеварительная система (кишечник). Обращается внимание на цвет, наличие слизи, запаха, кровоизлияний, перфорацию. Оценивается количество и состав содержимого в желудке и кишечнике.

6. При осмотре почек следует оценить их форму, общий вид поверхности (ровная, гофрированная), равномерность или пятнистость окраски.

Все осмотренные органы и внутривисцеральный жир индивидуально взвешиваются. Одновременно определяется длина кишечника. Перед взвешиванием и измерением с помощью фильтровальной бумаги с них осторожно удаляются остатки слизи и влаги.

Для получения достоверных результатов рекомендуется при каждом исследовании использовать не менее 15—20 экз. рыб.

После взвешивания органов и внутривисцерального жира вычисляется их относительный вес (в процентах от общей массы рыбы) и определяется относительная длина кишечника (в процентах от общей длины рыбы). Полученные результаты заносятся в таблицы или журналы (приложения 1—3).

5. Методика физиологических (гематологических) исследований

Необходимое оборудование для проведения физиологических (гематологических) исследований:

- предметные стекла;
- марлевые салфетки;
- фильтровальная бумага;
- микроскоп;
- гемометр Сали;
- камера Горяева;
- смеситель для эритроцитов;
- покровные стекла;
- иммерсионное масло;
- лимоннокислый натрий (0,65 %-й);
- соляная кислота (0,1 %-я);
- раствор поваренной соли (0,85 %-й);
- раствор Романовского — Гимза;
- спирт этиловый (96 %-й);
- дистиллированная вода.

Для проведения гематологического анализа кровь отбирается пастеровской пипеткой или капилляром из гемального канала хвостового стебля рыбы. Для этого у рыбы отсекается хвостовой стебель на уровне анального плавника, затем к месту ранения кровеносного сосуда подводится капилляр, и вытекающая из сосуда кровь его заполняет. У личинок и мальков кровь целесообразно отбирать непосредственно из сердца. Для этого с помощью малых хирургических ножниц вскрывается передняя часть полости тела, обнажается сердце и осторожно вводится в его полость микропипетка с оттянутым концом.

Следует придерживаться следующей последовательности взятия крови на анализ: в первую очередь набирают кровь в пипетку Сали для определения содержания гемоглобина, затем в смеситель (меланжер) для подсчета эритроцитов, последним делается мазок крови.

Гемоглобин — это металлопротеид, состоящий из кристаллической группы — «гема» и белковой части — «глобин». Многие методы определения гемоглобина основаны на отделении гема от глобина, что осуществляют с помощью соляной кислоты. Наиболее распро-

страненным и простым методом определения гемоглобина является колориметрический метод Сали. Гемометр Сали состоит из штатива с тремя гнездами. В крайние гнезда вставляются запаянные пробирки со стандартными растворами. В среднюю вставляется градуированная пробирка с исследуемой кровью. В комплект гемометра входят две капиллярные пипетки с круговой меткой (0,02 мл), пипетки для набора соляной кислоты и дистиллированной воды, две стеклянные палочки для перемешивания гематина в пробирке и резиновая трубка с грушей.

Принцип этого метода заключается в следующем: гемоглобин под воздействием децинормального раствора соляной кислоты превращается в солянокислый гематин бурого цвета. Полученный раствор разбавляется дистиллированной водой в градуированной пробирке гемометра Сали до совпадения его цвета с цветом стандартного гемометра. Количество гемоглобина определяется по уровню разбавленного раствора в градуированной пробирке.

Методика определения гемоглобина методом Сали следующая:

— градуированная пробирка наполняется децинормальным раствором соляной кислоты до нижней контрольной метки;

— затем в капиллярную клетку набирается кровь до метки 0,02 мл путем всасывания через резиновую трубку с мундштуком;

— далее кончик капиллярной пипетки погружают в пробирку с раствором соляной кислоты и осторожно вводят кровь;

— после этого прополаскивают пипетку путем всасывания и выдувания смеси соляной кислоты с кровью;

— затем смесь осторожно, но тщательно, перемешивают легким встряхиванием пробирки и оставляют на 5 мин.;

— в заключение полученную смесь разбавляют дистиллированной водой и, помешивая стеклянной палочкой, доводят до цвета стандарта.

При полном совпадении цвета количество гемоглобина отсчитывают по нижнему мениску жидкости на градуированной шкале.

Принцип подсчета эритроцитов заключается в том, что отмеренное количество крови разводят точным количеством раствора поваренной соли (0,85 %-го) и производят подсчет клеток в счетной камере определенной емкости.

Для подготовки крови к исследованию эритроцитов используется специальный смеситель (меланжер), представляющий собой пипетку с расширением в форме яйца, которое расположено дальше от конца

забора крови. На длинном конце меланжера до расширения имеется два деления с метками 0,5 и 1,0. Выше расширения еще имеется метка с делением 101, показывающая, что объем жидкости в пипетке в 100 раз больше, чем до метки 1,0, и в 200 раз больше по сравнению с меткой 0,5.

Процесс подготовки и определения эритроцитов в крови рыб выполняется следующим образом:

— анализируемая кровь с помощью маленькой груши, резиновая трубка которой надета на конец смесителя для эритроцитов, всасывается до метки 0,5 или 1,0;

— затем кровь разбавляется приготовленным заранее раствором поваренной соли (0,85 %-м) до метки 101;

— после этого груша отсоединяется от смесителя, который затем осторожно, но хорошо встряхивается для создания однородной смеси;

— хорошо перемешанная кровь вносится в камеру Горяева для подсчета эритроцитов.

Основой камеры Горяева является монолитное толстое предметное стекло, разделенное на три площадки. Средняя размещена поперек предметного стекла и разделена на две половины глубокой канавой. Две другие площадки расположены по бокам от средней и выше ее на 0,1 мм. На них притирается утолщенное покровное стекло. После притирания покровного стекла между средней площадкой и стеклом образуется пространство высотой 0,1 мм.

Каждая половина средней площадки имеет сетку. Общая площадь сетки 9 мм². На нее нанесены 15 × 15 больших квадратов, частично разграфленных лишь горизонтально, а частично — горизонтально и вертикально. Каждый большой квадрат разделен на 16 малых квадратов. Каждая сторона малого квадрата 1/20 мм, а высота камеры 1/10 мм. Площадь малого квадрата 1/400 мм² и объем 1/4000 мм³.

Заполненная хорошо перемешанной кровью камера помещается на столик микроскопа и осуществляется подсчет эритроцитов в 5 больших квадратах (80 малых), расположенных по диагонали сетки.

Количество эритроцитов вычисляется по формуле

$$x = (400 \cdot a \cdot c)/b,$$

где x — количество эритроцитов в 1 мм³ крови;

a — количество эритроцитов в 5 больших квадратах сетки Горяева;

c — разведение крови до метки 0,5 в 200 раз, до метки 1,0 в 100 раз;

b — количество малых квадратов (80), в которых подсчитывались эритроциты.

Наряду со зрелыми эритроцитами подсчитываются их незрелые формы, по количеству которых определяется интенсивность кроветворения. Для этого используется мазок крови, в разных участках которого среди 200 клеток красной крови подсчитывается количество незрелых форм. Например, среди 200 подсчитанных клеток 10 эритроцитов оказались незрелыми. Значит, 5 % эритроцитов незрелые, что свидетельствует об умеренной интенсивности кроветворения.

У незрелых эритроцитов цитоплазма окрашена базофильно, ядра более светлые, рыхлые, крупные. Чем клетка менее зрелая, тем более базофильна цитоплазма и тем светлее, крупнее и рыхлее ядро. Со всем незрелые эритроциты округлые, и ядра у них большие, округлые.

О патологическом состоянии рыб весьма обстоятельно можно судить по качественным и количественным показателям лейкоцитов, особенно при обобщении материалов в виде лейкоцитарной формулы.

Лейкоцитарная формула — процентное соотношение между различными формами лейкоцитов, определяется по мазкам крови под световым микроскопом с иммерсией. Техника приготовления мазка крови следующая:

— чисто вымытое, обезжиренное предметное стекло помещается на ровную горизонтальную поверхность (стол);

— затем, отступив на 1,5—2,0 см от края предметного стекла, наносится маленькая капля крови;

— сразу же большим и указательным пальцами правой руки берется покровное или шлифованное более узкое и тонкое предметное стекло;

— стекло ставится под углом 45° слева от капли и передвигается к капле до соприкосновения с ней;

— при соприкосновении капли со стеклом она растекается по его ребру;

— после этого быстрым и легким движением ведут стекло вправо, пока не будет исчерпана вся капля (угол наклона стекла должен быть постоянным).

Правильно сделанный мазок должен быть тонким, однослойным, прозрачным, желтоватого цвета:

— сделанный мазок фиксируется этиловым спиртом на протяжении 5 мин. и окрашивается в течение 20 мин. готовой краской Романовского — Гимза;

— через 20 мин. мазок промывается под слабой струей водопроводной воды;

— после промывки препарат подсушивается на воздухе и может помещаться под микроскоп для определения лейкоцитов.

В окрашенном мазке определяются 100—200 лейкоцитов и отдельные их формы. При приготовлении мазка крови более крупные клетки располагаются по периферии вдоль верхнего и нижнего его краев, а более мелкие — в центре. Поэтому необходимо считать лейкоциты на мазке по зигзагообразной линии, чтобы охватить весь мазок более равномерно. Лейкоциты состоят из лимфоцитов, моноцитов и нейтрофилов. В качестве примера приведем определение состава лейкоцитов. Допустим, что среди 200 лейкоцитов на мазке крови рыбы обнаружено 182 лимфоцита, 12 моноцитов и 6 нейтрофилов. В этом случае лейкоцитарная формула примет следующий вид: лимфоциты — 91 %, моноциты — 6 %, нейтрофилы — 3 %.

Для определения состояния рыб по лейкоцитарной формуле необходимо знать состав формулы у здоровой рыбы. Для более глубокого анализа при составлении лейкоцитарной формулы определяют величину лейкоцитов, цвет окрашенной протоплазмы, а также расположение, величину, форму, структуру и цвет ядра.

6. Определение возраста и пола рыб

Известно, что морфофизиологические показатели рыб зависят от возраста и пола особей. В связи с этим для суждения о характере состояния организмов рыб необходимо знать эти рыбоводные характеристики. Определение возрастной и половой принадлежности проводится по общепринятым методикам (Правдин, 1966 и др.).

В основе определения возраста рыб лежит годовичная цикличность физиологических процессов, при этом неравномерность роста может быть зафиксирована так называемыми регистрирующими структурами рыб: чешуей, жаберными крышками, жесткими лучами плавников, отолитами.

Наиболее простой способ определения возраста рыб по их чешуе. Сущность этого метода заключается в следующем:

— у отловленной рыбы с левой стороны тела выше боковой линии скальпелем отбирается несколько (до 10 штук) чешуй;

— отобранная чешуя размещается в специально подготовленной «чешуйной» книжке, в которую заносятся сведения о времени и условиях отлова рыбы и другие показатели (приложение 5);

— из «чешуйной» книжки выбирается несколько (3—5) чешуй и на 3—5 мин. помещаются в 0,1%-й раствор аммиака;

— изъятая из раствора аммиака чешуя очищается от остатков слизи и промывается в чистой воде;

— подготовленная таким образом чешуя размещается между двумя предметными стеклами, края которых плотно фиксируются лейкопластырем (на лейкопластыре указывается вид рыбы и номер препарата);

— подготовленный препарат помещается под бинокляр и по сочетанию темных и светлых колец определяется возраст рыбы, одно темное (рост рыбы в зимний период) и одно светлое (рост рыбы в остальное время года) образуют годовичное кольцо.

Для повышения точности определения возраста рыб рекомендуется просматривать 3—5 чешуек.

Аналогичным образом определяется возраст рыб по жаберной крышке, которая заготавливается также при отлове рыбы. Жаберная крышка обрабатывается в 0,1%-м растворе аммиака, очищается от слизи, готовится препарат и под бинокляром определяется возраст рыбы.

При определении возраста рыб по жестким лучам плавников или отолитам необходимо готовить их срезы, препарировать и после этого использовать бинокуляр.

Пол рыб определяется по виду, цвету и структуре гонад. У большинства видов рыб яичники и семенники парные, подвешены на брыжейке непосредственно под почками вдоль пищевода или по бокам плавательного пузыря. У личинок рыб половые клетки (овогонии и сперматогонии) разбросаны в тканях и эпителии формирующейся половой системы и видимы лишь под микроскопом. Для определения пола следует оценивать анатомическое строение гонады в целом. По мере развития половой системы определение пола не представляет трудности (цвет, морфология).

Для определения степени зрелости гонад исследуемых рыб целесообразно пользоваться следующей схемой:

Стадия I. Неполовозрелые особи — *juvenales*. Половые железы не развиты, плотно прилегают к внутренним сторонам стенок тела и представлены длинными, узкими шнурами или лентами.

Стадия II. Впервые созревающие особи или рыбы с воспроизводящей системой после икрометания. Половые железы начали развиваться. На шнурах образуются затемненные утолщения, в которых свободно определяются яичники и семенники. Икринки настолько малы, что не видны невооруженным глазом. Яичники от семенников 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.

Стадия III. Особи, у которых половые железы хотя и далеки от зрелости, но уже сравнительно развиты. Яичники значительно увеличиваются в размерах, заполняют от 1/3 до 1/2 всей брюшной полости и наполнены мелкими, непрозрачными, белесоватыми икринками, ясно различимыми невооруженным глазом.

Семенники имеют более расширенную переднюю часть и сужаются при обилии мелких разветвляющихся кровеносных сосудов. При надавливании из семенников сперма не выделяется. Эта стадия длительная.

Стадия IV. Особи, у которых половые органы достигли почти максимального развития. Яичники очень велики и заполняют до 2/3 всей брюшной полости. Икринки крупные, прозрачные и при надавлива-

нии вытекают. Семенники белого цвета и наполнены жидкой спермой, которая легко вытекает при надавливании на брюшко.

Стадия V. Текучие особи. Икра и сперма настолько зрелы, что свободно вытекают не каплями, а струей при самом легком надавливании на брюшко. Если держать рыбу в вертикальном положении за голову и потряхивать ее, то икра и сперма свободно вытекают.

Стадия VI. Отнерестившиеся особи. Половые продукты выметаны совершенно. Яичники и семенники очень вялы, дряблы, воспалены, темно-красного цвета. Через несколько дней воспаление проходит и половые железы переходят во вторую стадию развития.

Если половые продукты находятся на промежуточной стадии между какими-либо двумя из шести описанных стадий, то она обозначается двумя цифрами через тире (III—IV; II—III; IV—V и т. д.).

7. Патолого-морфологическая оценка рыб

При развитии рыб как в естественных, так и в искусственных условиях состояние их здоровья может существенно изменяться.

В естественных условиях особенно опасно загрязнение водной среды различными токсическими веществами, которые могут негативно воздействовать на рыбу. Уровень воздействия может быть различен.

Незначительное воздействие не угрожает жизни рыб, хотя является сигналом для выявления его причин. Обычно это проявляется в изменении цвета покровов тела (потемнение, посветление). Нарушение чешуйчатого покрова. В жаберном аппарате отмечаются усиление выделения слизи и изменение цвета.

Более сильное воздействие внешне проявляется в изменении цвета покровов тела и нарушении целостности плавников, особенно спинного и грудных. Жабры сильно ослизняются, изменяется окраска, появляются отёчность и очаги поверхностного некроза. У печени изменяются окраска, размеры и консистенция, возможны кровоизлияния, гиперемия (реже анемия). Желчный пузырь или пустой, или переполнен желчью с изменением окраски. Размеры почки увеличены. У селезёнки может изменяться цвет и появляться отёчность. В желудочно-кишечном тракте гиперемия стенок, отёки слизистой. При устранении негативного воздействия все изменения обратимы.

Очень сильное воздействие обычно приводит к гибели рыб. Рыбы истощаются, наружные покровы тела темнеют, появляются очаги гиперемии, кровоизлияния и даже язвенные образования. Возможны пучеглазие и ярошение чешуи. Жабры анемичны, с очагами поверхностного и тканевого некроза. Окраска, размер и консистенция печени изменены, сердце анемично, мышцы его дряблые. Желчный пузырь переполнен желчью измененной окраски и консистенции. Размер и окраска селезёнки изменены. В желудочно-кишечном тракте локальная гиперемия, отёки, кровоизлияния, язвы. Обычно такие изменения необратимы, чтобы не допустить дальнейшего негативного воздействия, необходимо срочно установить и обезвредить его источник.

В искусственных условиях наиболее опасны повышение температуры воды, недостаток кислорода и нарушения в кормлении.

При повышении температуры воды за пределы 30 % от оптимального уровня наблюдается потемнение внешнего покрова, замедле-

ние процессов метаболизма, вызывающее «вялость» рыбы, сокращение объема потребляемой пищи (прекращение питания) и замедление (прекращение) линейного и весового роста.

При недостатке кислорода (менее 5—6 мг/л) внешние покровы тела осветляются, замедляется обмен веществ и сокращаются потребление пищи и рост рыб. При снижении содержания кислорода за пределы 2 мг/л большинство рыб погибают. Особенно чувствительны к недостатку кислорода личинки и мальки рыб.

При нарушении технологии кормления рыб и их заболеваниях в искусственных условиях обычно наблюдаются следующие отклонения от нормы:

- деформация жаберных крышек;
- кровоизлияния на коже и внутренних органах (кишечник, печень);
- увеличивается индекс сердца и изменяется его структура;
- возрастает объем печени, которая приобретает бледновато-песочный цвет, а ее ткань разрыхляется;
- желчный пузырь увеличен, цвет зеленоватый и рыхлая ткань.

Предварительная внешняя оценка состояния рыб обычно дает представление уже о начавшихся изменениях в организме, которые нередко становится уже трудно устранить. Многолетний опыт показывает, что более раннюю диагностику здоровья рыб возможно выявить, проведя гематологический анализ. По специфике нарушений в картине красной (морфология эритроцитов, снижение количественных параметров, анемия) и белой крови (лейкоцитарная формула) можно дифференцировать не только источник, но и возможную причину патологии.

Патологии в морфологии эритроцитов заключаются в следующем:

— анизоцитоз — изменение величины эритроцитов. Различают микроциты, клетки, имеющие значительно меньшие размеры по сравнению со стандартом, и макроциты — клетки, размеры которых больше стандарта. Анизоцитоз обычно показывает на функциональную недостаточность кроветворных органов;

— пойкилоцитоз — изменение формы эритроцитов по причине потери эластичности клеток. Это является следствием наличия патологического процесса в организме в целом и в органах кроветворения в частности. Рассматривается как показатель дегенеративного развития эритроцитов и как компенсаторное явление для увеличения

поверхности клетки, принимающей участие в обмене веществ. Наиболее выраженный пойкилоцитоз встречается при анемиях, тяжелых септических заболеваниях, токсическом воздействии;

— олигохромазия — бледность эритроцитов на почве обеднения клеток гемоглобином. Обычно у таких эритроцитов центральная зона расширена настолько, что занимает практически всю поверхность эритроцита и только лишь тонкий ободок сохраняет свойство окрашиваться (кольцевые формы). Эритроциты со значительным обеднением гемоглобином в окрашенных мазках имеют вид теней (тени эритроцитов);

— полихромазия — свойство эритроцитов окрашиваться не в обычный чисто розовый цвет, а в различные оттенки синего цвета. Изменения в окраске эритроцитов указывают на неполную их зрелость;

— шистоцитоз — наличие в мазках обрывков эритроцитов (шистоцитов).

В самых тяжелых случаях нездоровья рыбы патология морфологии клеток проявляется в аномалиях ядер эритроцитов, в том числе смещение от центра клетки к ее краю, распад ядер эритроцитов на отдельные частички, а также деление эритроцитов в периферической крови путем митоза.

Состояние иммунной системы характеризуется числом лейкоцитов и морфологическим составом белой крови — лейкоцитарной формулой. Активизация компенсаторных механизмов организма рыб происходит за счет увеличения иммунно-компетентных клеток — моноцитов и нейтрофилов.

Такие же патологии в крови рыб отмечаются в хронических экспериментах по изучению влияния на рыб различных токсикантов (буровые растворы, гербициды и др.).

Для объективной оценки здоровья рыб, наряду с возможными патологическими изменениями в состоянии их организма, необходимо иметь четкое представление о морфофизиологической норме здорового организма. Как известно, наиболее подвержены негативному воздействию молодые организмы, в садковой аквакультуре — посадочный материал (сеголетки и годовики). Поэтому определение нормативных показателей было проведено на сеголетках и годовиках радужной форели.

Исследовались здоровые сеголетки массой тела от 12 до 45 г и годовики массой тела 55—300 г. В каждом опыте участвовало около

200 экз. Определялись основные морфофизиологические показатели для данных возрастных групп форели. Общая схема морфофизиологического обследования здорового посадочного материала радужной форели представлена ниже.

Исследование начинается с внешнего осмотра молоди, который показал, что здоровая рыба со спинной стороны имеет окраску темно-серого тона, постепенно переходящую к брюшку в ярко-серебристый цвет. Поверхностные покровы тела не повреждены, не имеют кровоизлияний, ослизнение слабое (нормальное). Плавники не повреждены, их положение и форма не изменены. Жабры красного цвета, не ослизнены. Челюстной аппарат без отклонений, позвоночник без искривлений, мышцы плотные, брюшина гладкая, серебристая.

Затем производится вскрытие рыбы, осматриваются внутренние органы и общее состояние брюшной полости. При визуальном осмотре внутренних органов здоровой рыбы отмечено нормальное их расположение, выявлено отсутствие отклонений в окраске органов, а также ожирения сердца. Структура ткани сердца, печени и селезёнки плотная (упругая), почки без тканевых разрастаний, поверхность ровная, окраска равномерная, пищеварительный тракт без кровоизлияний.

После внешнего и внутреннего осмотра изымаются жабры, а из брюшной полости — сердце, печень, селезёнка, желудок, кишечный тракт, почки и внутренний жир. Производится их измерение и взвешивание. Полученные материалы статистически обрабатываются, анализируются и обобщаются в виде таблиц, графиков или диаграмм. В данном примере сведения по морфологической характеристике молоди радужной форели обобщены в виде таблицы.

Гематологическая характеристика здоровых сеголетков и годовиков радужной форели по показателям весьма сходна и имеет следующий вид:

- количество эритроцитов — 1,05 млн/мм³;
- содержание гемоглобина — 8,7 г-%;
- интенсивность кроветворения — до 16 % незрелых форм;
- лейкоциты — 88—92 %;
- моноциты — 6—9 %;
- нейтрофилы — 2—3 %.

**Морфологическая характеристика
здорового посадочного материала радужной форели**

Показатели		Возраст		
		0+	1 год (мелкая группа)	1 год (крупная группа)
Вес, г		33,0 ± 1,37	58,5 ± 3,24	290,0 ± 8,64
Индексы органов, % к весу рыбы	Сердце	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,13 ± 0,01
	Печень	1,59 ± 0,04	1,58 ± 0,03	1,24 ± 0,05
	Селезёнка	0,10 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,18 ± 0,01
	Желудок	1,70 ± 0,03	1,10 ± 0,04	1,18 ± 0,04
	Кишечник	2,10 ± 0,06	2,19 ± 0,10	1,70 ± 0,08
	Жабры	2,60 ± 0,09	2,50 ± 0,09	2,40 ± 0,10
	Гонады			0,12 ± 0,09
	Внутриполостной жир	1,46 ± 0,07	1,54 ± 0,09	1,37 ± 0,10
Индекс длины кишечника, %		57,1 ± 1,16	63,0 ± 1,74	62,3 ± 1,91

Коэффициент упитанности по Фультону около 1.

Приведенные в таблице и тексте результаты исследования морфологических и физиологических (гематологических) показателей могут быть использованы как стандартный норматив здорового посадочного материала при изучении здоровья (наличие патологии) выращиваемой в садковых хозяйствах молоди радужной форели.

Список рекомендуемой литературы

Рыжков Л. П., Полина А. В. Оценка физиологического состояния рыб по клиническому анализу крови: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. 16 с.

Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю. Применение метода морфофизиологических индикаторов для оценки качественного состава рыб: Метод. указания. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1997. 20 с.

Иванова Н. Т. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 184 с.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

Перевозников М. А., Аршаница Н. М. Токсикозы рыб и их диагностика / ГосНИОРХ. СПб., 1998. 76 с.

Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб. М.: Изд-во МГУ, 1962. 443 с.

Методика морфофизиологических и биохимических исследований рыб. М., 1972. 89 с.

Пучков Н. В. Физиология рыб. М.: Пищепромиздат, 1954. 345 с.

Приложения

Таблица промеров рыб

Признаки	Номер рыбы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вес рыбы, г										
Длина всей рыбы (ab или L)										
Длина тела по Смитту (ac)										
Длина туловища (od)										
Длина головы (ao)										
Высота тела (h)										
Пол и стадия зрелости										
Упитанность (по Фультону) (P/Z3)										

**Таблица взвешивания органов рыбы,
полостного жира и промеров кишечника**

Показатели	Номер рыбы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сердце										
Печень										
Селезёнка										
Желудок										
Кишечник										
Гонады										
Жабры										
Полостной жир										
Длина кишечника, см										

Таблица индексов органов рыбы и полостного жира

Показатели		Индексы органов, % к общему весу рыбы
Относительный вес, % к общему весу	Сердце	
	Печень	
	Селезёнка	
	Желудок	
	Кишечник	
	Гонады	
	Жабры	
	Полостной жир	
Относительная длина кишечника, % к ab		

Таблица гематологических показателей рыбы

Показатели	Номер рыбы						
	1	2	3	4	5	6	Среднее
Количество эритроцитов, млн./мм ³							
Концентрация гемоглобина, г-%							
Содержание незрелых эритроцитов, % к общему количеству							
Количество лимфоцитов, %							
Количество моноцитов, %							
Количество нейтрофилов, %							

Сформированный лист «чешуйной» книжки

Вид рыбы —

Порядковый номер —

Водоем —

Орудие отлова рыбы —

Место отлова —

Время отлова рыбы —

Погодные условия —

Место размещения
чешуи

Загибаемый угол листа
для закрепления чешуи

Учебное издание

**Морфофизиологические
показатели рыб**

Учебное пособие

для студентов эколого-биологического факультета

Составители:

Рыжков Леонид Павлович

Полина Алина Викторовна

Редактор *О. В. Обарчук*

Компьютерная верстка *А. С. Авласовича*

Подписано в печать 20.02.2014. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. 2,0 уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Изд. № 342

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отпечатано в типографии Издательства ПетрГУ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

ISBN: 978-5-8021-2003-3



9 785802 120033