

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

УДК: 637.56:614.3:619

*На правах рукописи*

**БЛУЗМА АНАСТАСИЯ ОЛЕГОВНА**

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА  
И ОЦЕНКА РЫБЫ, ВЫРАЩЕННОЙ В ФОРЕЛЕВОДЧЕСКИХ  
ХОЗЯЙСТВАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.02.05 – ветеринарная санитария, экология, зоогигиена  
и ветеринарно-санитарная экспертиза

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание ученой степени  
кандидата ветеринарных наук

Научный руководитель:  
кандидат ветеринарных наук, доцент  
Урбан Валентина Георгиевна

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1 Пищевая и биологическая ценность рыбы.....	13
1.2 Безопасность и качество рыбы.....	16
1.3 Автолиз рыбы .....	20
1.4 Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы.....	23
1.5 Определение видовой принадлежности рыбы.....	29
ГЛАВА II. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	32
2.1 Материалы и методы исследования.....	32
2.2 Результаты собственных исследований.....	74
2.2.1 Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы.....	74
2.2.1.1 Физические показатели рыбы.....	74
2.2.1.2 Органолептическая оценка качества рыбы.....	76
2.2.1.3 Результаты лабораторных методов исследования.....	80
2.2.2 Результаты исследования рыбы на наличие паразитов (паразитарная чистота).....	82
2.2.3 Анализ нормативных документов по безопасности рыбы.....	84
2.2.4 Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы при подозрении на фальсификацию.....	90
2.2.4.1 Определение видовой принадлежности рыбы по анатомическим и морфологическим особенностям.....	90
2.2.4.2 Определение возрастной категории рыбы по чешуе.....	95
2.2.4.3 Определение видовой принадлежности рыбы по чешуе.	97
ГЛАВА III. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	129
ВЫВОДЫ.....	138
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	140
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	141

## СОКРАЩЕНИЯ

*валик* - кольцевое или полукольцевое утолщение на поверхности чешуйной пластиинки;

*годовая зона роста* - зона чешуйной пластиинки, включающая широкие и узкие склериты, сформировавшиеся в течение одного года жизни рыбы;

*годовое кольцо* - совокупность узких склеритов, сформировавшихся в конце нагульного сезона или во время зимовки рыбы;

*дополнительное кольцо* - совокупность узких склеритов в пределах годовой зоны роста чешуи;

*задний край чешуи* - край чешуйной пластиинки, выступающий за пределы чешуйного кармашка и обращенный к хвостовой части тела рыбы;

*закрытый край чешуи* - край чешуйной пластиинки(обычно передний), заканчивающийся узкими склеритами;

*нерестовая марка* - узкая деструктурированная подковообразной формы зона, формирующаяся по периметру резорбированного края чешуйной пластиинки;

*OKO* - отрицательный контрольный образец;

*OK* - отрицательный контроль;

*открытый край чешуи* - край чешуйной пластиинки, заканчивающийся широкими склеритами;

*охлажденная пищевая продукция* - рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, подвергнутые процессу охлаждения, не достигая температуры замерзания тканевого сока, а также продукция их них, подвергнутая процессу охлаждения до температуры в толще продукта не выше 5 °C;

*передний край чешуи* - край чешуйной пластиинки, расположенный в чешуйном кармашке и обращенный к голове рыбы;

*прирост чешуи* - периферическая зона чешуйной пластиинки, представленная склеритами, сформировавшимися за неполный год жизни рыбы;

*склерит* - расстояние между двумя смежными валиками;

*ФАО* - Организация по вопросам продовольствия и сельского хозяйства при ООН;

*центральная площадка* - первый базовый склерит, расположенный в центре чешуйной пластиинки и имеющий окружную форму.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность проблемы.** Министерство сельского хозяйства Российской Федерации в своём развитии сформировало долгосрочные цели с учётом требований национальной продовольственной безопасности, которые нашли своё отражение в новой концепции долгосрочного развития рыбохозяйственного комплекса страны в период с 2017 до 2030 года. Концепция формулирует комплексный план действий по значительному повышению экономической отдачи от переработки рыбы, в первую очередь за счёт выстраивания вертикальных цепочек от вылова до конечного продукта.

В последнее время, как никогда ранее, в силу ряда объективных и субъективных причин в нашей стране обострилась продовольственная проблема. Снятие остроты этой важнейшей социальной проблемы возможно благодаря проведению комплекса мер, включающих увеличение урожайности полей и повышение продуктивности животноводства, развитие сельскохозяйственного производства и рыбоводства, аквакультуры и вылова рыбы, позволяющих изыскать дополнительные резервы продуктов питания.

Рыба является одним из главных источников полноценных белков животного происхождения. Надежное обеспечение населения России полноценными продуктами питания невозможно без успешного развития рыбоводства, которое является дополнительным резервом производства высококачественных продуктов питания и сырья для промышленности.

Во многих странах мира важнейшим объектом пресноводной и морской аквакультуры традиционно является рыба. В мясном балансе нашей страны рыбная продукция составляет около 25 процентов. По научно обоснованным нормам питания, разработанным институтом питания РАН, потребление рыбы и рыбных продуктов должно составлять не менее 22-23 кг на душу населения в год. Фактически россияне употребляют менее 18 кг.

Рыба и рыбопродукты составляют значимую часть рациона питания человека. Увеличение объемов потребления населением рыбы

отечественного производства является приоритетным направлением федеральной и региональной государственной политики.

Вклад рыбного хозяйства в ВВП Российской Федерации за 2017 год увеличился на 5% к показателю 2016 г. и составил 230 млрд. рублей. Прирост валового оборота за последний год составил 7%. Поступательная динамика связана в первую очередь с тем, что рыбопромышленники *нашей страны* все больше уходят в переработку рыбы. В 2017 году в России был выловлен рекордный за последние 20 лет объем водных биоресурсов - 4,9 млн. т., что на 2,7% больше к уровню предыдущего года. Традиционно основу вылова составляют минтай, тихоокеанская сельдь, треска и лососевые виды рыб. Добыча лососевых составила более 350 тыс. т. Это выше средних показателей за последние 7-10 лет. Сейчас Россия может полностью обеспечивать себя рыбой: на реализацию поступает около 80% отечественной рыбной продукции и 20% зарубежной. Объем импорта в три раза меньше объема экспорта. При этом растет внутреннее производство: объем переработки, в первую очередь лоссевых за 2017 год увеличился на 4,3%, более 3,5 млн. т., объем производства форели вырос на 12 процентов до 28,4 тыс. т.

Производство пищевой рыбной продукции имеет высокую народнохозяйственную эффективность. Так, 70 млн. т рыбы, беспозвоночных и других водных объектов (исключая китов) по содержанию белка эквивалентны стаду в 400 млн. голов крупного рогатого скота. Затраты на производство 1 кг белка рыбных продуктов по сравнению мясными почти в три раза ниже. Удельная фондаемость рыбной продукции значительно ниже мясной.

В связи с резким сокращением промысла морской и океанической рыбы все большее значение приобретает рациональное использование внутренних пресноводных водоемов, в частности, прудов. В последние годы масштабы развития прудового рыбоводства на основе интенсификации, включающей подбор и выращивание наиболее товарных (промышленных)

видов рыб (форель, карп, толстолобик, амур), позволяют получать ежегодно большое количество рыбной продукции, что значительно пополняет продовольственные ресурсы страны.

В условиях сокращения промысла морской рыбы случаи фальсификации рыбы и продуктов ее переработки участились не только в России, но и во всех государствах мира. Так, например, в странах ЕС почти 70% разделанной рыбы, поступающей на реализацию, имеет признаки фальсификации. Наиболее часто фальсифицируются рыбы семейства лососевых, так как анатомо-морфологические признаки рыб этого семейства разных видов имеют определенное сходство. Рыбы семейства лососевых неодинаковы по пищевой ценности. Среди наиболее ценных выделяются лососи атлантические. На практике чаще всего встречается подделка атлантических лососей (семга) дальневосточными (кета, горбуша, чавыча, кижуч) или форелью. Довольно значительное количество фальсификаций связано с разделкой рыбы. Так, может поступать в реализацию по более высоким ценам неразделанная рыба с указанием в товаросопроводительных документах «рыба потрошеная» или зябреная рыба под названием «жаброванная» (без жабер). В готовой продукции - пласт-филе или филе-кусочки - можно обнаружить плавники, что недопустимо и т. д..

Достаточно отметить, что удельный вес прудовой рыбы в общем объеме ее производства во внутренних водоемах России составляет около 60 процентов.

В настоящее время особое внимание уделяется рыболовству и освоению основных водоемов Европейской части РФ, в том числе и Ленинградской области, которые имеют свою специфику, и, как правило, многоотраслевое назначение.

Рациональное и эффективное использование водных ресурсов и обитающих в них биоресурсов является одной из ключевых задач развития рыболовства и рыбоводства Ленинградской области. Рыболовственный комплекс Ленинградской области в первую очередь нацелен на обеспечение

рыбопродуктами местного населения и жителей Санкт-Петербурга. На реализацию рыбная продукция поставляется в основном в живом, охлажденном и переработанном виде, сохраняя высокие качественные характеристики.

Основными рыбохозяйственными объектами являются Финский залив Балтийского моря и Ладожское озеро - крупнейший пресноводный водоем Европы. Также в регионе много рек, озер, водохранилищ, где ведется рыбохозяйственная деятельность по разным направлениям. В водных объектах обитают ценные и особо ценные виды рыб, такие как лососевые и сиги.

Природно-климатические особенности региона обуславливают ярко выраженную сезонность работы рыбохозяйственного комплекса: в мае проходит корюшковая путина с ежегодным выловом более 1 000 тонн рыбы в Ладожском озере, на ноябрь-декабрь приходится пик реализации продукции товарного рыбоводства - радужной форели.

Ленинградская область стабильно входит в тройку российских регионов-лидеров по выращиванию радужной форели в садках. Ведется работа по воспроизводству лососевых и сиговых видов рыб, палии и миноги.

Объем производства (выращивания) рыбоводной продукции по всем предприятиям Ленинградской области ежегодно составляет более 7,2 тыс. тонн, из которых на потребительский рынок Ленинградской области, Санкт-Петербурга приходится 3,53 тыс. тонн товарной рыбоводной продукции.

Однако выполнение задач, намеченных в области развития аквакультуры и рыбоводства, может быть гарантировано не только всенародной интенсификацией отрасли, но и значительным повышением качественных показателей производимой продукции.

В настоящее время нельзя рассчитывать на успешное развитие рыбоводства, повышение продуктивности водоемов и улучшение качества товарной рыбы без строгого соблюдения требований ветеринарно-санитарной экспертизы, ветеринарной санитарии и гигиены, постоянного

активного внедрения передовой биотехнологии выращивания рыбы (правильный подбор видов и пород рыб, ведениеmono- и поликультуры с оптимальным соотношением плотности посадки, селекционно-племенной работы, нормированное внесение удобрений и кормов, сроки выращивания и вылова, профилактических и лечебных обработок и др.) в условиях нарастающей неблагоприятной экологической нагрузки на водоемы и без мониторингового исследования безопасности и качества выращиваемой аквакультуры.

Известно, что ускорение научно-технического прогресса и рост эффективности производства неотделимы от решительного улучшения безопасности и качества продукции.

Определение биологической ценности рыбы и биологической эффективности выращивания оказывает влияние на решение важнейших практических проблем сельскохозяйственного рыбоводства, связанных с недопущением на реализацию рыбы, которая могла бы стать причиной заболевания людей или источником распространения болезней среди рыб и теплокровных животных, обоснованием четких рекомендаций по технологии и бионормативам выращивания рыбы; правильным подбором видов и пород рыб с оптимальным соотношением и соответствующими плотностями посадки; с изучением естественной кормовой базы и потенциальной рыбопродукции с учетом климатической зональности и межгодовой динамики абиотических факторов; изысканием новых ресурсов кормов для рыб; определением сроков и способов вылова, транспортировки, хранения и реализации свежей товарной рыбы; с повышением питательной (биологической) ценности выращиваемой рыбы; разработкой методов прогнозирования и регулирования процессами формирования рыбопродуктивности водоемов, безопасности и качества получаемой рыбной продукции и сырья.

В результате интенсивно развивающегося отечественного продовольственного рынка, постоянно обновляется ассортимент рыбной

продукции. Это существенно осложняет идентификацию рыбы, особенно при глубокой разделке и обезличивании (стейк, пласт-филе, филе без кожи, использование пищевых красителей и др.) при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы и санитарной оценке.

Однако в настоящее время остается не решенной задача определения возрастной и видовой принадлежности рыбы: радужная форель, атлантический лосось, при обезличивании продукта и ассортиментной (видовой) фальсификации.

При этом весьма актуальным и востребованным является комплексная ветеринарно-санитарная экспертиза и научно-обоснованная санитарная оценка рыбы и рыбной продукции.

**Цели и задачи исследования.** Цель научного исследования - провести комплексную ветеринарно-санитарную экспертизу рыбы, выращенной в форелеводческих хозяйствах Ленинградской области, и разработать метод определения видовой принадлежности рыбы по чешуе при обезличивании продукта, ассортиментной (видовой) и товарной фальсификации

Для реализации намеченной цели были определены следующие задачи:

1. Изучить нормативно-правовую базу и требования нормативно-технических документов (НТД) по безопасности и качеству рыбы в Российской Федерации, определить особенности ветеринарно-санитарной экспертизы и методы определения научно-обоснованной санитарной оценки.

2. Провести исследования ветеринарно-санитарной экспертизы рыбы, выращенной в форелеводческих хозяйствах Ленинградской области, для определения видовой принадлежности, в соответствии с действующими нормативно-техническими документами Российской Федерации.

3. Изучить существующие методы определения видовой принадлежности рыбы: радужная форель, атлантический лосось, по чешуе при обезличивании продукта и ассортиментной (возрастной и видовой)

фальсификации и дать научно-обоснованную ветеринарно-санитарную оценку рыбы.

4. Разработать методику отбора проб, подготовку и метод исследования чешуи для определения товарной фальсификации рыбы семейства лососевых двух видов: *Salmo salar* L. (семга) и *Oncorhynchus mykiss* (радужная форель).

Разработать учебно-методические рекомендации для определения видовой принадлежности рыбы.

**Научная новизна работы.** Впервые, в аспекте исполнения контрольно-надзорных функций, проведено исследование комплексной ветеринарно-санитарной экспертизы и оценке рыбы, выращенной в форелеводческих хозяйствах Ленинградской области, с использованием экспресс-методов лабораторных исследований, позволяющих сделать экспертное заключение о качестве и видовой принадлежности рыбы. Проведен подробный анализ существующих методик исследования рыбы на видовую принадлежность по анатомическим и морфологическим методам, приведены результаты исследований определения возрастной и видовой принадлежности рыбы: радужная форель, атлантический лосось, по чешуе при обезличивании продукта и ассортиментной (видовой и возрастной) фальсификации.

На основании полученных результатов исследований был усовершенствован метод исследования рыбы на видовую принадлежность по чешуе. Данный комплекс исследований предлагается как альтернативный метод выявления фальсификации рыбы при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы как простой, доступный и экономически целесообразный для внедрения в ветеринарию и на предприятиях рыбоперерабатывающей промышленности.

**Практическая значимость работы.** Полученные результаты исследований позволяют проводить объективную ветеринарно-санитарную оценку рыбы с использованием экспресс-метода определения возрастной и видовой принадлежности рыбы: радужная форель, атлантический лосось, по

чешуе при обезличивании продукта и ассортиментной (возрастной и видовой) фальсификации. Результаты работы отражены в методических рекомендациях «Ветеринарно-санитарная экспертиза и определение видовой принадлежности рыбы» (утв. Методическим Советом СПбГАВМ 01.06.2017 г., протокол № 7).

В условиях рыбоперерабатывающих производств Санкт-Петербурга внедрена и используется методика определения видовой принадлежности рыбы по чешуе. Для ветеринарно-санитарного контроля и оценки качества и безопасности рыбных продуктов используется эффективный комплекс лабораторных методов исследования при ветеринарно-санитарной экспертизе, сочетающий проведение органолептического, физико-химического, микроскопического определения фальсификации обезличенной глубокой переработкой (разделкой) рыбы и рыбных продуктов.

Учебно-методические указания: «Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы» прошли рассмотрение, одобрены и рекомендованы для публикации и использования в учебном процессе и при проведении контрольно-надзорных функций безопасности и качества рыбы (утв. Методическим Советом СПбГАВМ 01.06.2017 г., протокол № 7). Учебно-методические указания внедрены и используются в учебном процессе для студентов факультетов ветеринарной медицины и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГОУ ВО СПбГАВМ, в производственных лабораториях рыбоперерабатывающих предприятий и ГЛВСЭ на продовольственных рынках Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургской государственной ветеринарной лаборатории, а также на факультете повышения квалификации и переподготовки ветеринарных врачей.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- влияние фальсификации рыбы и рыбного сырья на качество, пищевую и биологическую ценность рыбных продуктов;
- влияние фальсификации рыбы и рыбного сырья на физические, морфологические, органолептические, физико-химические и ветеринарно-санитарные показатели качества и безопасности рыбы;

- анализ существующих методик исследования рыбы на видовую принадлежность по анатомическим и морфологическим методам;
- определение возрастной и видовой принадлежности рыбы семейства лососевых двух видов: *Salmo salar* L. (семга) и *Oncorinchus mykiss* (радужная форель), по чешуе при обезличивании продукта и ассортиментной (товарной) фальсификации;
- ветеринарно-санитарная экспертиза и экспресс-метод определения качества и безопасности рыбы на соответствие требованиям Технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016).

**Апробация работы.** Основные положения диссертации доложены на 68-й, 69-й, 70-й, 71-й международных научных конференциях молодых ученых и студентов ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины» (Санкт-Петербург, 2014, 2015, 2016, 2017 гг.); международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАВМ (Санкт-Петербург, 2015, 2016 гг.), на XXV международной агропромышленной выставке «АГРОРУСЬ-2016» (Санкт-Петербург, 2016).

**Публикации.** По результатам проведенных научных исследований опубликовано 5 научных работ, в том числе три работы опубликована в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ «Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии», «Иппология и ветеринария».

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследования, результатов собственных исследований, обсуждения результатов исследования, выводов, практических предложений, списка используемой литературы. Работа изложена на 160 страницах машинописного текста, содержит 38 рисунков, 31 таблиц. Список использованной литературы включает 207 работ, в том числе 49 иностранных авторов.

## ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Пищевая и биологическая ценность рыбы

Рыба, как объект водного промысла, является практически неиссякаемым источником целого ряда необходимых человеческому организму веществ, таких как полноценный белок, углеводы, липиды, витамины и минеральные вещества, которые содержатся в мускулатуре - съедобной части рыбы [63; 116; 126].

Мышечная ткань рыбы отличается от мышц теплокровных животных. Она имеет более рыхлую структуру, содержит большее количество воды и клейдающих веществ, а также состоит из коротких неэластичных мышечных волокон, поэтому мышцы рыбы не только имеют более нежную структуру, но и быстрее перевариваются и усваиваются. Ценность рыбы устанавливают по массовому соотношению основных частей [95; 174].

Пищевая ценность рыбы определяется выходом съедобных частей (калорийностью, усвояемостью), а также химическим составом (таблица 1).

Калорийность определяется суммарным содержанием жиров, белков и углеводов (углеводов в рыбе содержится не более 1%, поэтому они существенно не влияют на энергетическую ценность рыбы) [125].

Белки мышечной ткани рыбы не менее усвояемые, чем белки мяса теплокровных животных. Миозину и миогену в белках мышечной ткани животных соответствуют аминокислоты мышц рыбы глобулину и альбумину. В отличие от других органических соединений, белки в своем составе имеют азот. В мышцах рыбы, кроме белковых азотистых веществ, присутствуют и небелковые азотистые соединения. У костных видов рыб азотистые вещества состоят из белков (белкового азота) на 85 % и на 15 % из небелкового азота (небелковых соединений). У хрящевых рыб на небелковый азот приходится 35-45 % и на белковый 55-65 %. В белках мышечной ткани рыбы присутствуют незаменимые аминокислоты, которые и определяют особую ценность рыбы, как одного из источников высококачественного белкового питания [54; 136].

Таблица 1 - Химический состав и калорийность мяса животных и рыбы

Продукт	Влага, %	Белки, %	Жиры, %	Минеральные вещества, %	Калории, ккал
Кета	69,9	21,2	6,6	0,8	148,3
Горбуша	70,4	21,0	7,1	1,5	147,2
Атлантический лосось (семга)	68,5	20,0	10,5	1,0	152,9
Форель радужная	75,3	15,5	8,0	1,2	95,4
Говядина	67,7	18,9	12,4	1,0	135,1
Баранина	57,6	16,3	15,3	0,8	174,0
Курятинка	62,5	18,2	14,4	0,8	138,9

Жиры рыбы усваиваются лучше (96-97 %), чем бараний и говяжий жир, что является следствием более быстрого переваривания и усваивания. Рыбий жир содержит более 80 % непредельных жирных кислот (от общего их числа) и имеет жидкую консистенцию. Содержание жира в мясе рыбы колеблется от 0,2 до 34,1 % [63; 135].

Из минеральных веществ, содержащихся в рыбе, наиболее ценными являются соединения фосфора, магния, железа и кальция. В сравнении с мясом теплокровных животных, мясо рыбы содержит больше кальция, но меньше железа. Помимо вышеперечисленных минеральных веществ, в рыбе также содержатся марганец, цинк, свинец, мышьяк, йод и др. Массовая доля йода в тканях гидробионтов различна. В мышечной ткани морской рыбы массовая доля йода составляет 0,01 - 0,8 мг/100 г, а у пресноводной - в десятки раз меньше: 0,002 - 0,07 мг/100 г. Массовая доля солей меди составляет в среднем 0,001 - 0,9 мг/100 г (в расчете на медь) [95; 126].

У рыбы есть биологическая особенность накапливать жирорастворимые витамины А и D. При этом содержание витамина А увеличивается с возрастом и массой рыбы. Витамин D сосредоточен в основном в печени рыбы, во внутреннем жире, а также в икре, в меньшей степени в мышцах рыбы. При сравнении содержания витамина D в мышечной ткани костистых рыб его содержится больше, чем у хрящевых [30].

Из водорастворимых витаминов в мышечной ткани в достаточных количествах содержится витамин В<sub>1</sub> (тиамин) и В<sub>2</sub> (рибофлавин). Во внутренних органах присутствует витамин В<sub>12</sub>, который выступает в роли кроветворного катализатора. При его отсутствии возможно развитие злокачественной анемии. В мышцах некоторых видов рыб (тихоокеанский лосось) витамина В<sub>12</sub> содержится больше в сравнении с содержанием его в мышцах теплокровных животных: в мышцах лосося - до 150 мкг/кг, в мышцах животных - 10...25 мкг/кг [55; 126].

Содержание воды в теле рыбы составляет 65-89% в зависимости от многих факторов окружающей среды и особенностей физиологии различных видов рыб. В организме рыбы вода выполняет важнейшую структурную роль. При контакте липидной мембранны с молекулой воды образуются бимолекулярные липидные мембранны [66; 67].

Химический состав мышечной ткани рыбы при жизни постоянно меняется. Эти изменения могут быть весьма значительными в зависимости от биологического состояния рыбы, ее возраста и условий среды обитания [125]. Уменьшение массы тела, а также содержания жира и белка в мышцах рыбы в основном происходит в период нереста [95]. В качестве примера рассмотрим результаты исследования Рыжкова Л.П. и Крупень И.М. (2004) на примере пресноводного лосося во время нерестовой миграции. В этот период пресноводные формы лососевых рыб не питаются, а на перемещение в нерестилища тратится значительное количество энергии, что и обуславливает высокую смертность в посленерестовый период. В связи с этим меняется и биохимический состав мышц пресноводного лосося. Уменьшается общий вес тела рыбы на 18-27%, при этом несколько увеличивается содержание влаги, сухая масса тела сокращается в 1,5-2,0 раза, количество жира сокращается в 2-3 раза [131]. По данным Рыжкова Л.П. (1999), и аналогичным результатам, полученным Валетовым В.А. (1999), за время нерестовой миграции содержание жира в мышцах лосося уменьшается на величину: у самок - до 48%, у самцов - до 45% [40; 130].

## 1.2 Безопасность и качество рыбы

Рыба, наряду с высокой питательной ценностью, может служить источником заболевания или отравления человека. Необходимо помнить, что многие паразитарные болезни рыб являются зооантропонозными. Причин возникновения заболеваний среди рыб множество. Если вопрос касается незаразных болезней, то большинство из них связано с внешними факторами окружающей среды, стрессовыми ситуациями при уплотненной посадки рыбы, удобрением прудов и площади водосбора и др. Незаразные болезни (асфиксия, газопузырьковая болезнь, температурный шок и др.) вызываются изменениями факторов окружающей среды, нарушениями биотехники выращивания и кормления рыбы. В рыбоводстве к массовым болезням рыбы относят алиментарные заболевания (нарушения обмена веществ, авитаминозы, дистрофии и др.) В свою очередь к заразным болезням относят инвазионные (возбудителями являются гельминты) и инфекционные (вызываемые растительными организмами - грибами, вирусами, водорослями, бактериями, микоплазмами, хламидиями) [20; 39; 50; 60; 97; 98; 114; 127; 175].

Для рыбоводных хозяйств наиболее опасные инфекционные болезни вызванные вирусами, бактериями и грибами. При интенсивном развитии прудового рыбоводства эти инфекционные болезни легко передаются от больной рыбы к здоровой, что приводит к массовому заражению. Безусловно, быстрое установление диагноза заболевания рыбы, оценка эпизоотического состояния и проведение ветеринарно-санитарных мероприятий предупреждает возникновение и распространение инфекционных болезней рыбы. Алиментарные заболевания не передаются другим рыбам, но могут отрицательно влиять на увеличение массы тела, качество мышечной ткани и снижать иммунитет рыбы, что в конечном итоге может привести к увеличению заболеваемости [14; 24; 63; 117; 125; 126; 141; 158].

**Инвазионные (паразитарные) болезни рыбы** опасны, так как могут являться источником возможного заражения человека. Помимо этого, они могут вызывать истощение рыбы и общее ухудшение санитарно-гигиенических показателей, вкусовых качеств, товарно-пищевых свойств рыбы. При гельминтозах возможно разрушение нормальной консистенции мышечной ткани рыбы, так называемая «бесструктурность мяса», которую принято именовать

молочным, студенистым или желированным [95]. Инвазионные болезни рыбы делятся на: протозойные (возбудителями являются простейшие одноклеточные животные), гельминтозные (возбудители - паразитические черви), а также вызываемые личинками моллюсков, ракообразными паразитами и кишечнополостными. Паразиты рыбы, помимо вышесказанного, могут выделять токсины, которые отравляют организм хозяина, вызывать воспаления различного рода, питаться тканями рыбы (или ее пищей), вызывая при этом тяжелые болезни или гибель, а также открывать доступ другим возбудителям болезней. Вследствие этого рыба становится неполноценной в качестве пищевого сырья [16; 124].

У рыбы местом обитания паразитов могут служить все органы и ткани. В определении паразитарной чистоты рыбы главную роль играет внешнее зрительное восприятие (массовость, характер поражения) вне зависимости от степени опасности для здоровья человека. Но чаще именно незаметные невооруженным глазом паразиты или с трудом улавливаемые следы их жизнедеятельности, и являются весьма опасными. Если в рыбе паразитируют личинки гельминтов, способные паразитировать в человеческом организме, и если нарушена технология обезвреживания продукции, то это может привести к тяжелым глистным инвазиям людей. Помимо этого существует еще одна серьезная проблема - товарный вид рыбы. При наличии видимых поражений и изменений, таких как разрушения, воспаления, опухоли и др. необходимо предельно строго принимать решение о степени пригодности продукта в пищу. Если в организме рыбы паразит не представляет опасности для человека, но вид товара является неудовлетворительным, то следует позаботиться, чтобы после зачистки продукт имел товарный вид. Если данное условие невозможно выполнить, то рыбу используют на корм животным [24; 37; 51; 72; 73; 140; 155].

Одним из таких примеров порчи является «чернильное заболевание». Данное заболевание не несет паразитарной опасности для человека. Это заболевание регистрируется чаще всего у карповых рыб из южных водоемов европейской части России. Возбудителем является личинка сосальщика - *P. cuticola*. В результате прободения кожи в стадии церкарии сосальщик попадает в тело рыбы-малька и там проходит стадию метацеркария. Отложение черного пигмента вокруг капсулы характеризует появление личинки. Меньше чем за

неделю этот бугорок достигает размера зерна проса. Выпуклость бугорка уменьшается с ростом рыбы, но черные пятна разрастаются и могут достигать в диаметре нескольких сантиметров. Паразит со временем гибнет и рассасывается, но черное пятно остается. На одном экземпляре рыбы может быть до 38 пятен, которые пронизывают не только кожно-чешуйчатый слой, но и верхние слои мышц. Общий и товарный вид рыбы становится отталкивающим. Такую рыбу использую на пищевые цели только при соблюдении определенных требований [63; 153].

Существует три отряда ракообразных паразитов рыбы: веслоногие рачки, жаброхвостые рачки и равноногие рачки. Данные паразиты прикрепляются к телу рыбы, вызывая при этом кровоизлияния, воспаления и изъязвления. Сила прикрепления некоторых рачков к телу хозяина настолько велика, что при мойке или посоле паразит гибнет, но освобождение от него продукта любыми способами не представляется возможным [49; 69; 137; 154].

Основной задачей госветнадзора является обеспечение безопасности и доброкачественности пищевой продукции. Безопасность является основным критерием пищевой ценности. Необходимость проведения экспертизы рыбы и рыбопродуктов обусловлена несколькими причинами: во-первых, наличием опасных болезней, передающихся от рыбы к человеку (описторхоз, дифиллоботриоз, анизакидоз, метагонимоз и др.); во-вторых, появлением новых болезней с неустановленной этиологией (хаффская болезнь); в-третьих, использование пищевых добавок, применяемых при глазировании рыбы, увеличивающих срок годности пищевых продуктов; в-четвертых, охрана территории РФ от заноса заразных болезней из иностранных государств [115].

Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы - это сложный комплекс исследований, наблюдений и мероприятий. Она начинается с наблюдения за рыбой в районах вылова и заканчивается выпуском готовой продукции, которая должна отвечать требованиям безопасности и качества [48; 136; 147].

**Рыба может являться источником токсикозов и токсикоинфекций.** Эти заболевания могут вызываться различными условно-патогенными и патогенными бактериями: *Escherichia coli*, *Bac. Paracoli*, *Proteus*; различной кокковой микрофлорой и микробами: *Bac. botulinus* [91; 95; 98; 167].

Рассмотрим токсикоинфекции на примере ботулизма. Отравление рыбой, внешне выглядящей доброкачественной, вызывается токсином *Вас. Botulinus* различных типов. Длительное время существовало заблуждение, что отравления вызываются «рыбным ядом». Обсемененность рыбы в большинстве случаев происходит *Вас. Botulinus* типа А, которая распространена в природе, реже *Вас. Botulinus* типа В. *Вас. Botulinus* типа Е имеет существенное значение в обсеменении красной рыбы Азовского моря [53].

В летний период, при задержке транспорта, а также охлаждении рыбы льдом, улучшаются условия для инфицирования ее *Вас. Botulinus*. При охлаждении крупных экземпляров красной рыбы ее теплоотдача происходит медленно, поэтому у нее создаются более благоприятные условия для токсикообразования. Также этому способствует температура воды южных морей. Инфицирование рыбы происходит экзогенно - при ранениях орудиями лова, также оно возможно и при ранениях, наносимых паразитическими раками. Задержка эвентрации, ее небрежное выполнение с повреждением или неполным удалением кишечника, разделка рыбы в грязных помещениях, а также травмирование рыбы при транспортировке способствует инфицированию рыбы возбудителями ботулизма. Для предупреждения образования токсина *Вас. Botulinus* в рыбе существует несколько рекомендаций:

1. не допускать при отлове красной рыбы ее ранения, избегать навала рыбы при транспортировке во избежание травмирования;
2. удалять кишечник из красной рыбы как можно раньше, не загрязнять его содержимым мышечную ткань, тщательно промывать рыбу при дальнейшей разделке;
3. сразу после вылова охлаждать рыбу льдом [22].

Также в рыбе контролируются и другие показатели безопасности, а именно токсичные элементы (свинец, ртуть, мышьяк, кадмий), антибиотики (для рыб прудового и садкового содержания), пестициды, нитрозамиды, радионуклиды (цезий-137 и стронций-90), а также микробиологические показатели (КМАФАнМ, БГКП, *S. aureus*, патогенные сальмонеллы, сульфитредуцирующие клоストридии, *V.parahaemolyticus*) и др. [1; 2].

### 1.3 Автолиз рыбы

Рыба, после изъятия из воды быстро умирает (засыпает) вследствие нехватки кислорода. Причиной засыпания рыбы является чрезмерное накопление в тканях рыбы ряда неокисленных продуктов обмена веществ и молочной кислоты, которые вызывают паралич нервной системы.

Эти изменения (рисунок 1) условно подразделяются на стадии: гемолиз, отделение слизи на поверхности рыбы, окоченение, автолиз, бактериальное разложение [125].

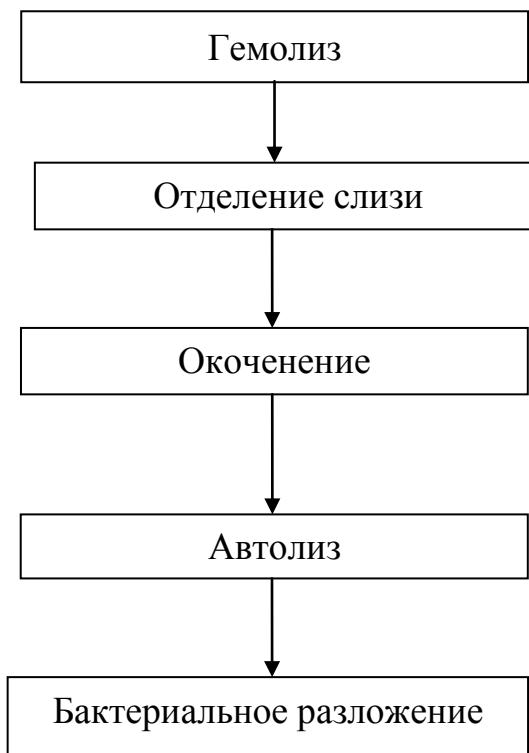


Рис. 1. Изменения в тканях рыбы после засыпания.

Гемолиз - процесс разрушения клеток крови (эритроцитов и лейкоцитов), который сопровождается высвобождением гемоглобина. На этой стадии мышцы, а также ткани головы приобретают красную окраску.

Отделение слизи происходит в момент агонии и может составлять 2-3% от массы тела в зависимости от вида рыбы. Слизь состоит в основном из экстрактивных веществ - глюкопротеидов (свободных аминокислот, муцинов, trimetilaminokсида), которые являются благоприятной средой для развития микроорганизмов [85; 122; 147].

Окоченение у рыб - ферментативный процесс, который происходит спустя 3-4 часа после засыпания и связано в первую очередь с увеличением кислотности (понижением рН), сопровождающееся набуханием мышечных волокон и выражается в их сокращении, приводящем к затвердеванию тела рыбы. Продолжительность окоченения, также как и время его наступления, зависят от вида рыбы, механического воздействия на нее, а также температуры (чем ниже температура в толще рыбы, тем позднее наступает ее окоченение и тем дольше оно длится). Окончанием данного процесса является расслабление мышц [126; 149].

Автолиз - совокупность процессов расщепления веществ, из которых состоят ткани гидробионтов. В организме рыбы после ее засыпания происходят физико-химические изменения, которые, в конечном счете, могут привести к ее порче.

Процесс автолиза сопровождается биохимическими процессами, вызываемыми тканевыми ферментами, среди которых основное место занимает катепсин. Катепсин в мышечной ткани рыб в 6-8 раз активнее, чем в мышечной ткани теплокровных животных. Наибольшее изменение в процессе автолиза претерпевают белки. Белки под действием протеиназ гидролизуются до полипептидов. Пептидазы расщепляют полипептиды до свободных аминокислот, которые подвергаются ферментативным процессам с образованием аммиака, но лишь при участии ферментов дезамина, выделяемых микроорганизмами. Мышечная ткань в период автолиза размягчается, расслаивается на септы. Автолитические процессы развиваются значительно быстрее в тканях активно питающихся рыб, в организме которых происходит интенсивный тканевой процесс [63].

Процесс автолиза зависит от некоторых факторов: вида рыбы, ее состава, температуры окружающей среды. Температура оказывает решающее влияние на процесс автолиза, повышение температуры активизирует деятельность ферментов и сокращает время перехода из стадии автолиза в

стадию бактериального разложения или порчи. Для торможения процессов автолиза и порчи рыбу охлаждают либо замораживают [43].

Бактериальное разложение мышц рыбы является экзопроцессом (вызывается ферментами микроорганизмов, присутствующими на поверхности тела рыбы, в слизи, жабрах, а также в пищеварительной системе), характеризующееся накоплением конечных продуктов распада белков в мышечной ткани, сопровождающееся неприятным запахом. Конечными продуктами распада белков являются летучие азотистые основания (амины, аммиак), летучие сернистые основания (сероводород), летучие кислоты (масляная кислота), а также производные группы индола (индол и скатол) [95; 167].

В физико-химических процессах порчи пресноводной и морской рыбы существуют некоторые различия: у пресноводной рыбы в стадии порчи основную массу летучих оснований составляет аммиак, а у морской при порче наблюдается накопление аминов (диметиламина и триметиламина), которые отсутствуют в мышцах пресноводной рыбы [37].

Что касается органолептических показателей, бактериальное разложение характеризуется их ухудшением. На теле рыбы образуется слизь, которая имеет микробиологическое происхождение и связана с потерей воды, которая выходит на поверхность рыбы вместе с растворенными в ней веществами, в отличие от слизи, которая выделяется на поверхность тела рыбы после ее засыпания и имеющая биохимическое происхождение. В связи с развитием протеолитической микрофлоры рыба приобретает зеленовато-желтое или серое окрашивание. Брюшко становится дряблым, вздутым вследствие образования газов. Жабры бледнеют, покрываются слизью. Мышечная ткань становится дряблой и легко отделяется от костей [82].

Рыба в период бактериального распада становится непригодной в пищу, о чем могут свидетельствовать органолептические показатели и результаты лабораторных исследований.

## 1.4 Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы

Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы является сложным комплексным ветеринарным мероприятием, направленным на обеспечение качества и безопасности рыбной продукции. Она начинается с наблюдения за рыбой в местах ее содержания и разведения и производится до выпуска готовой продукции, отвечающей требованиям. Экспертиза предполагает высокую степень знаний биологических и анатомических особенностей, товарных характеристик, а также изменений, происходящих в рыбе после вылова, при обработке и хранении [16; 53; 122].

Ветеринарно-санитарная экспертиза проводится в соответствии с существующими нормативными документами [77], регламентирующими показатели качества и безопасности рыбной продукции. Рыба, вылавливаемая на пищевые цели, а также на корм животным подвергается обязательной ветеринарно-санитарной экспертизе в местах вылова вне зависимости от эпизоотического состояния водоема. Поступая на рынки, рыба также подвергается экспертизе, которая начинается с осмотра специалистом лаборатории. В случае доброкачественности, рыбу реализуют без ограничения. О качестве рыбы судят по органолептическим показателям (внешний вид, цвет, наличие посторонних примесей и повреждений, консистенция, запах), а также результатам лабораторных исследований, проводимых в соответствии с нормативными документами (бактериоскопия, определение концентрации водородных ионов, определение содержания аммиака и сероводорода) [63; 116; 125; 126].

Органолептические показатели (внешний вид, консистенция, запах, вкус, цвет) служащие методами оценки качества рыбы, являются субъективными и основаны на вкусовых, зрительных, обонятельных, осязательных восприятиях ветеринарного эксперта. К сожалению, они не всегда могут служить надежным источником сведений о безопасности той или иной продукции. Для точной оценки безопасности необходимо проводить дополнительно лабораторные исследования. Это связано в первую очередь с

тем, что рыба является переносчиком и источником различных паразитарных инфекций, токсикоинфекций и токсикозов [95]. На территории Российской Федерации зарегистрировано большое количество случаев заболеваний человека гельминтозами, промежуточными хозяевами которых служат рыбы. Попадая в организм человека, гельминт может представлять опасность для его здоровья. Это является одной из наиболее социально значимых проблем. Для предотвращения распространения зооантропонозных гельминтозов необходимо проводить паразитарное исследование рыбы в полном объеме в соответствии с эпизоотическим состоянием. Также необходимо знать локализацию паразита в теле рыбы, методы определения жизнеспособности паразита, а также способы и режимы ее обеззараживания или утилизации [24; 37; 63].

Данный вопрос стоит достаточно остро в районах, где рыбу употребляют в сыром или сушеном виде и где заболеваемость населения гельминтозами, передающимися через рыбу велика. Ветеринарно-санитарная экспертиза морской и пресноводной рыбы проводится согласно с нормативными документами, действующими на территории Российской Федерации. Особых различий ее проведения для этих разных групп рыбы по органолептическим, физическим и химическим методам исследований нет. Что касается биологических (паразитарных болезней), разница заключается в паразитологическом разнообразии гельминтозов, которыми болеют рыбы [43].

Согласно ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции» 040/2016 и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», в рыбе не допускается наличие живых личинок у пресноводной рыбы: трематод: описторхисов, клонорхисов, псевдамфистом, метагонимусов, нанофиетусов, эхинохазмусов, меторхисов, россикотремов, апофалусов; цестод: дифиллоботриумов; нематод: аизакисов, контрацекумов, диоктофим, гнатостом.

Для проходной рыбы: trematod: нанофиетусов; цестод: дифиллоботриумов; нематод: аизакисов, контрацекумов; скребней: болбозом, коринозом.

Для морской рыбы: trematod: нанофиетусов, гетерофиетусов, криптокортилусов, россикотремов, апофалусов; цестод: дифиллоботриумов, диплогонопорусов, пирамикоцефалусов; нематод: аизакисов, контрацекумов, псевдотерранов; скребней: болбозом, коринозом [1; 2].

Безусловно, всю рыбу, поступающую на рынки, перерабатывающие предприятия невозможно проверить лабораторными методами исследования. Для облегчения данного мероприятия из партии рыбы производят выборку, размер которой зависит от массы экземпляров, которые в большей степени характеризуют партию в целом. Затем проводится осмотр. При этом обращают внимание в первую очередь на внешнее состояние рыбы, а именно: внешние покровы тела рыбы должны быть чистыми, без повреждений и опухолей, слизь должна быть прозрачная без неприятного гнилостного или кислого запаха, чешуя плотно прилегать к кожному покрову (у некоторых видов чешуя легко отходит), плавники целыми, жаберные крышки плотно закрывать жаберную щель, жабры красными, на разрезе мышечная ткань должна плотно прилегать к костям скелета рыбы, хорошо выражены внутренние органы и т.д. Если данные показатели не соответствуют, то рыба, скорее всего либо сомнительной свежести (на начальной стадии разложения), либо не свежая (недоброкачественная). Для подтверждения органолептических показателей также можно приготовить мазки-отпечатки, которые покажут степень бактериальной обсемененности мышц рыбы. При сомнительных показателях мазков-отпечатков или в спорных случаях проводят лабораторные исследования свежести рыбы [52; 53; 125; 126; 155; 166].

Рыба является нестойким продуктом, который при нарушении условий хранения повреждается порче уже через 12-24 часа после вылова [96].

Во время жизнедеятельности протеолетической микрофлоры наиболее характерными проявлениями в мясе рыбы являются накопление конечных

продуктов распада белка, который сопровождается неприятным, а иногда и гнилостным запахом. Все продукты распада белков разделяются по группам, это летучие азотистые основания (аммиак), летучие сернистые основания (сероводород), летучие кислоты (масляная кислота) и производные группы индола. Особый интерес представляют летучие азотистые основания, которые могут характеризовать состояние свежести рыбы [95; 142].

Для обеспечения химической безопасности рыбу исследуют на соли тяжелых металлов. Необходимость в контроле данных веществ (особенно тяжелых металлов и радионуклидов) связано с тем, что попадая в окружающую среду, они не разлагаются и способны мигрировать и оказывать токсическое влияние на биологические системы в целом. Содержание вредных веществ в водных экосистемах медленно, но постоянно увеличивается за счет их постоянного поступления и накопления. Внедряясь в пищевые цепочки, конечным звеном которых являются рыбы, поллютанты аккумулируются в них и, в конечном счете, по пищевой цепочке попадают в организм человека (потребителя) [61; 74; 75; 164; 187].

Вопросом содержания загрязнителей в окружающей среде и воздействия их на организмы рыб занимаются многие научные деятели [18; 19; 21; 24; 28; 32; 33; 57; 70; 81; 94; 106; 109; 111; 119; 129; 134; 138; 151]. Данная тема не теряет своей актуальности в связи с увеличением антропогенного воздействия на гидросферу в частности. В своей работе Салтыкова С.А. (2006) исследовала накопление тяжелых металлов в рыбах экосистемы Ладожского озера. Для исследования были отобраны различные виды рыб, такие как щука, окунь, налим, лосось и озерная форель. Данные сравнительных анализов показали, что в большинстве случаев содержание тяжелых металлов в кишечнике больше, чем в мускулатуре рыб, но это не говорит о безопасности мышечной массы, в связи с превышением их содержания выше допустимых норм [138].

В своих работах Балушкина Е.В. (2001), Богданова Е.А. (2000), Румянцев Е.А. (2001) говорят о связи антропогенного воздействия и обеднении естественных паразитов рыб. В начале 90-х годов, в

доиндустриальный период, у рыб не наблюдалось не характерные заболевания. Также все чаще у рыб выявляются опасные, ранее неизвестные болезни непаразитарной природы, которые связаны с кумуляцией в их организмах значительного количества поллютантных соединений. Также стоит отметить, зависимость развития промышленности и частоты встречаемости новообразований у рыб. До середины 70-х годов 20 века случаи обнаружения опухолей у рыб были малочисленными. Эти заболевания рыб в последнее время принимают характер эпизоотии [29; 35; 128].

Изучение характера изменений отдельных жизненно важных органов у рыб провела Деменева М.А. (2000). В своих исследованиях она выявила закономерность нарушений в жаберной ткани (некрозы, гиперсекреция слизи, гипертрофия эпителиальных клеток) в зависимости от степени влияния тяжелых металлов. При исследовании форели в период выращивания ее в Волгореченском рыбхозе были обнаружены патологические изменения в паренхиматозных органах - печени, почках, селезенке, имеющие локальный характер и свидетельствующие о нарушениях функции данных органов [57].

Техногенное поступление тяжелых металлов с активным развитием промышленности, значительно превышает естественное. Вода, как замкнутая среда обитания рыб несет на себе огромную нагрузку, поллютанты поступают в нее не только через сточные воды, но и через грунт, атмосферные осадки, сельскохозяйственные смыки, донные отложения. В организмы рыб загрязняющие вещества могут попадать всеми доступными способами: дыхательную систему, хемосорбцию, корм, пищеварительный тракт [109; 160].

Содержание пестицидов также играет большую роль при оценке качества и безопасности рыбы. По данным исследования Перевозникова М.А. (2000), промысловые виды рыб нашего региона находятся в состоянии хронического кумулятивного токсикоза, который снижает устойчивость организмов к воздействию других факторов среды, что сказывается не только на популяции, но и на здоровье человека, как потребителя [107].

По данным некоторых авторов [110; 143] загрязненность рыбы и рыбных продуктов во всем мире составляет от 63 до 89% всего улова, что обусловлено близостью индустриальных загрязняющих источников к местам акватории рыб [196].

Загрязнение вод поллютантами оказывает негативное влияние в первую очередь на организм рыб в целом, снижает иммунитет к инфекционным и инвазионным заболеваниям, а также оказывает негативное влияние на популяцию в целом [35]. Загрязнение рыбы токсикантами также влияет на органолептические показатели продукта.

По данным исследований Перевозникова М.И. и Аршаница Н.М. (2006), запахи и привкусы у рыб концентрируются наибольшим образом в тканях, богатых жиром, а также на боковой линии и в стенке брюшной полости. Для оценки органолептических показателей они исследовали рыбу пробой варки. Для этого рыбу (части рыбы) помещали в колбы из стекла и заливали водой в соотношении 1 часть рыбы и 5 частей воды, варили 5-10 минут. Исследование имело следующие оценку: у бульона был посторонний запах и привкус, что говорит о влиянии загрязненности рыбы на органолептические показатели [108].

В своих исследованиях Перевозников М.А. (2002) отметил, что за последние 20 лет содержание свинца в мышцах ряпушки, обитающей в Ладожском озере, увеличилось с 0,8 мг/кг до 1,9 мг/кг, что почти в 2 раза превышает допустимое содержание данного тяжелого металла в мышцах рыб. Это связано с современным периодом развития производительных сил и антропогенным воздействием на биоту в целом, а также с процессом преобразования биосфоры [106].

Оценка безопасности рыбы, добытой и предназначеннной для реализации в качестве продукта питания, заключается в предотвращении нанесения ущерба здоровью человека. Это и есть первостепенная и самая главная задача ветеринарно-санитарной экспертизы.

## 1.5 Определение видовой принадлежности рыбы

Определение видовой принадлежности рыбы требует глубоких знаний анатомических и морфологических признаков каждого вида рыб.

Ветеринарно-санитарному эксперту необходимо иметь большой запас теоретических знаний и практических навыков для правильной оценки продукции. В них входят не только органолептические и лабораторные исследования, но и способы транспортировки, виды разделки, правильное визуальное восприятие и многое другое. Гидробионты представлены огромной массой различных видов живых организмов и у каждого из них есть свои особенности в проведении исследований [155].

Ветеринарно-санитарные показатели различны даже внутри одного семейства рыб, в частности у лососевых. Некоторые представители семейства *Salmo* являются проходными рыбами, совершающими анадромные миграции в период нереста, другие могут быть пресноводными, которые искусственно выращивают в пресных водах Российских рыбоводческих хозяйствах. Для правильной оценки рыбы необходимо знать и уметь применять эти знания для определения вида по анатомическим и морфологическим признакам [52; 76; 159; 168].

В таксономическом положении пресноводный лосось относится к виду Атлантический лосось. Некоторые авторы: Шустов Ю.А., Щуров И.Л., Ивантер Д.Э., Тыркин И.А. (2011) пресноводный лосось выделяют в качестве формы вида *Salmo salar* Linnaeus, которая обитает в пресных озерах из-за относительной легкости перехода морской формы в пресноводную и наоборот [157], а также согласно морфологическим и экологическим особенностям морского и пресноводного лососей [99]. По данным Пестриковой Л.И. (2001), Stanford J.A. (2006), Hyvarinen P. (2003), молодь выращенной в пресной воде форели была успешно адаптирована к воде с океанической соленостью. Безусловно, для достижения наилучших показателей и низкой смертности было выбрано «окно смолтификации» - отрезок времени, когда лосось наиболее толерантен к морской среде.

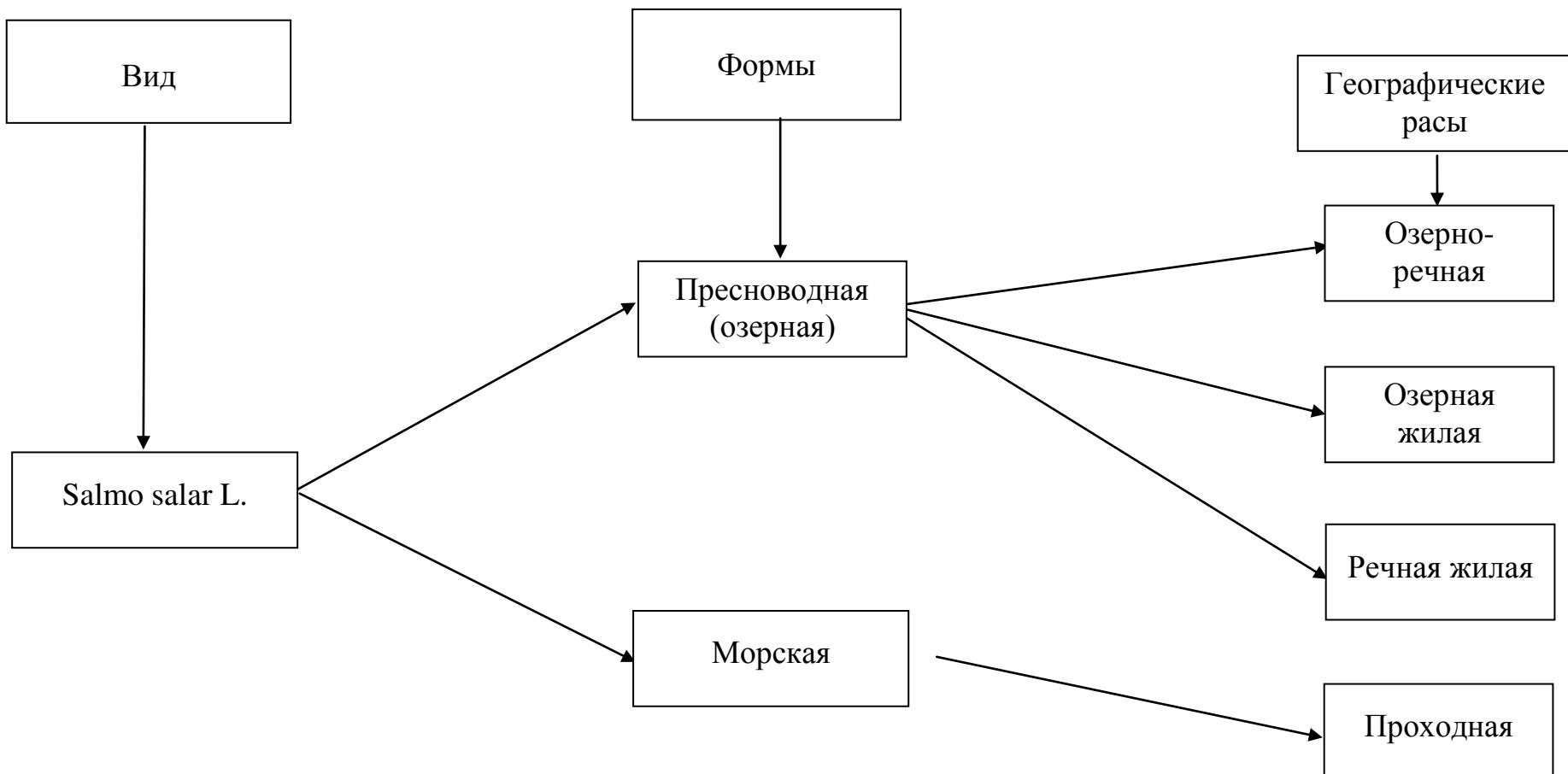


Рис. 2. Схема деления вида *Salmo salar* L.

При этом перед переносом в воду с морской соленостью, рыбу адаптировали в течение 2-3 дней. Также для уменьшения адаптивного периода, молоди лосося перед пересадкой в море, в рацион добавляли корма с солевыми добавками. По сравнению с контрольной группой, у которой рацион не изменился, в экспериментальной группе задержка роста не наблюдалась, в связи с отсутствием периода адаптации к морской среде [111; 195; 173].

Схема деления вида *Salmo salar* L. По Смирнову Ю.А. [146] представлена на рисунке 2.

Фальсификация рыбы встречается повсеместно. Наиболее распространенные виды фальсификации, касающиеся в первую очередь семейства лососевых рыб это ассортиментная фальсификация и товарная. Ассортиментная фальсификация представляет собой замену менее ценным видом рыбы более ценную. Товарная фальсификация у лососевых рыб заключается в реализации рыбы с нерестовыми изменениями [64].

Вопрос о фальсификации рыбы и определение видовой принадлежности до настоящего времени мало изучен. Для этого зачастую используют специальные атласы-определители, в которых указаны морфологические и анатомические признаки отдельных видов рыб [90; 139]. Этих научных изданий довольно много [17; 25; 26; 36; 41; 58; 100; 101; 145], но, ни один из них не несет полной информации обо всех видах товарной рыбы из одного семейства.

Для идентификации и определения отличий внутри семейств рыб необходимо знать их и иметь большое количество данных определителей.

## Глава II. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Материалы и методы исследования

Научные исследования проводились на кафедре ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины».

**Материалы исследования.** Для исследования на видовую принадлежность были взяты образцы рыб отряда Лососеобразных (Salmoniformes), семейства Лососевые (Salmonidae), подсемейства Лососевые (Salmoninae) из разных родов. Радужная форель *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), относится к роду Тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) и семга, собственно лосось или Атлантический лосось *Salmo salar* (Linnaeus, 1758), относящаяся к роду Благородных лососей (*Salmo*) [40; 65].

Всего было изучено и исследовано 1725 проб чешуи с различных участков тела рыбы семейства лососевых двух видов: *Salmo salar* L. (семга) и *Oncorhynchus mykiss* (радужная форель), проведена комплексная ветеринарно-санитарная экспертиза 23 тушек рыбы, из них 13 - радужной форели и 10 Атлантического лосося.

**Методы исследования.** Для ветеринарно-санитарной экспертизы рыбы использовали методику определения физических показателей, органолептических показателей и лабораторные исследования мяса рыбы, а также исследовали мясо рыбы на наличие личинок гельминтов в соответствии с нормативными документами [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12].

**Определения физических показателей рыбы.** Определение физических показателей рыбы проводилось согласно ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [12].

**Определение органолептических показателей.** Определение органолептических показателей (внешнего вида и цвета, консистенции, запаха, вкуса) проводили по общепринятым методикам согласно «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры от 2009 года»,

«Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков от 16 июня 1988 г.», а также ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [6; 7; 12].

**Подготовка проб к анализу.** Подготовка к анализу проб осуществлялась по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [10].

**Лабораторные методы исследования.** Лабораторные исследования проводились согласно общепринятым методам. Бактериоскопию проводили согласно «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков от 1989 года» [7], а также «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры от 2009 года» [6]. Мазки-отпечатки красили по Граму. Определение аммиака (качественная реакция) проводили согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [10]. Определение концентрации водородных ионов (рН) проводилось согласно «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков от 1989 года» [7] и «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры от 2009 года» [6]. Определение сероводорода проводили по методикам ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [10]. Определение продуктов первичного распада белков в бульоне, реакция на пероксидазу, редуктазная проба проводили в соответствии с «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков от 1989 года» [7]. Ветеринарно-санитарную оценку проводили по «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков от 1989 года» [7], «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры от 2009 года» [6].

**Исследование рыбы на наличие возбудителей гельминтозных заболеваний.** Исследование рыбы на наличие возбудителей гельминтозных заболеваний проводилось в соответствии с ТР ТС 040/2016 «О безопасности

рыбы и рыбной продукции» [1], ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [2], ГОСТ Р 54378-2011 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения жизнеспособности личинок гельминтов» [11], МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» [4], МУ 3.2.2601-10 «Профилактика описторхоза» [8], МУК 4.2.2661-10 «Методы санитарно-паразитологических исследований» [3], СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» (с изменениями на 29 декабря 2015 года) [9].

**Определение видовой принадлежности по анатомическим и морфологическим особенностям.** Определение видовой принадлежности рыбы по анатомическим и морфологическим особенностям проводилось при помощи атласов-определителей различных видов рыб (морских и пресноводных) и другим книгам [17; 25; 26; 27; 36; 41; 46; 58; 62; 68; 76; 80; 87; 88; 89; 90; 93; 100; 101; 103; 104; 120; 121; 125; 126; 139; 145; 156; 172; 179; 184; 185; 189; 191; 192].

**Определение возрастной категории рыб по чешуе.** Определение возрастной категории рыб по чешуе проводили в соответствии с методиками, описанными в книгах нескольких авторов [56; 66; 67; 92; 111; 152].

**Определение видовой принадлежности рыбы по чешуе.** Определение видовой принадлежности рыбы по чешуе проводилось по усовершенствованной методике, за основы были взяты методики описанные авторами [38; 56; 66; 67; 68; 92; 152].

**Определение нерестовых изменений по анатомическим и морфологическим особенностям и чешуе.** Определение нерестовых изменений по анатомическим и морфологическим особенностям и чешуе проводили по усовершенствованным методикам, за основы которых были взяты методики описанные авторами [37; 38; 52; 56; 92; 116; 131; 157].

## Таксономия

**Отряд Лососеобразные *Salmoniformes*.** У всех рыб отряда лососеобразных тело удлиненное, либо уплощенное с боков, покрытое плотной чешуей. Голова при этом почти всегда голая. Боковая линия хорошо развита. В спинном плавнике до 16 лучей, также имеется жировой плавник, в котором лучи отсутствуют. На середине брюха расположены брюшные плавники, состоящие из 1 жесткого неветвистого и 6-12 мягких ветвистых лучей. В плавниках находятся только мягкие лучи. Плавательный пузырь соединен с пищеводом [36; 144; 186].

**Семейство Лососевые *Salmonidae*.** Тело умеренно удлиненное, с боков уплощено. Перед спинным плавником - максимальная высота тела. Чешуя от мелкой до средней. Спинной плавник непарный. Расположен приблизительно на середине спины, короткий по длине. Состоит из 7-16 неветвистых мягких лучей. Жировой плавник непарный. Расположен на спине, ближе к хвосту. Аналый плавник непарный. Состоит из 7-19 мягких неветвистых лучей. Брюшные плавники парные. Состоит из 1 неветвистого и 6-12 мягких ветвистых лучей [58; 201].

**Подсемейство Лососевые *Salmoninae*. Род настоящие (благородные) лососи *Salmo*.** Все рыбы данного рода имеют большой конечный рот, верхнечелюстная кость длинная, заходит за вертикаль заднего края глаза. На переднем крае нижней челюсти самцов имеется крюк, на нижней челюсти есть выемка. На хвостовом плавнике имеется выемка. В анальном плавнике 7-10 ветвистых лучей. Формула плавников настоящих лососей: D III-V 9-12, A III-IV 7-10, V I-II 7-9. В боковой линии имеется 100-150 чешуй среднего размера. Пятна имеют X-образную форму [86; 93; 104; 177; 186].

Ниже боковой линии пятен нет или их очень мало. У взрослых особей спина в море зеленовато-голубая, бока серебристые, брюхо белое. У нерестующихся особей окраска темная, с характерным бронзовым отливом, возможны красные пятна, темные плавники [13; 103].

Число чешуй в поперечном ряду от конца жирового плавника до боковой линии 11-15 (16). Жаберных тычинок 17-24, бугорковые тычинки отсутствуют.

Позвонков 58-61 [26; 78; 193].

**Вид - Атлантический лосось *Salmo salar* Linnaeus, 1758 (семга).**

Систематическое положение *Salmo salar* L. представлено в таблице 2.

Масса тела до 36 кг. Длина 40-100 см.

Таблица 2 - Систематическое положение атлантического лосося *Salmo salar* Linnaeus (1758) и радужной форели *Oncorhynchus mykiss* Walbaum (1792)

Царство Животные Animalia	
Тип Хордовые Chordata	
Подтип Позвоночные Vertebrata	
Надкласс Рыбы Pisces	
Класс Костные рыбы osteichthyes	
Подкласс Лучеперые Actinopterygii	
Отряд Лососеобразные Salmoniformes	
Семейство Лососевые Salmonidae	
Подсемейство Лососевые Salmoninae	
Род настоящие (благородные) лососи <i>Salmo</i>	Род тихоокеанские (дальневосточные) форели <i>Oncorhynchus</i> (= <i>Parasalmo</i> )
Вид Атлантический лосось <i>Salmo salar</i> Linnaeus, 1758 (семга)	Вид <i>Oncorhynchus</i> (= <i>Parasalmo</i> ) <i>mykiss</i> Walbaum, 1792 (микижа, радужная форель)

Отличительные признаки атлантического лосося следующие: Хвостовой стебель узкий. Передние лучи анального плавника в прижатом к телу виде не заходят за конец последнего луча плавника. У хвостового плавника имеется небольшая выемка. Верхнечелюстная кость доходит до заднего края глаза, но за него не заходит. Спинной плавник состоит из 9-12 лучей, анальный из 7-9. Формула плавников атлантического лосося: D III-V 9-12, A III-IV 7-10, V I-II 7-8, P 10-11. От боковой линии до конца жирового

плавника 11-15 рядов чешуи. Чешуя мелкая. В боковой линии 116-130 чешуйчатых пластин. Позвонков 59-60 [27; 83; 88; 145; 165].

**Род тихоокеанские (дальневосточные) форели *Parasalmo*.**

**Вид *Parasalmo* (= *Oncorhynchus*) *mykiss* Walbaum, 1792** (микижа, радужная форель).

Систематическое положение *Oncorhynchus mykiss* Walbaum представлено в таблице 2.

Отличительным признаком служит верхняя челюсть, которая заходит за край глаза. Максимальная масса 19 кг. В природе может достигать 120 см. При искусственном выращивании рыба вырастает до 80 см в длину и 9-10 кг. Жаберных лучей 9-12. В анальном плавнике 10 и менее ветвистых лучей. Формула плавников: D III-IV 9-12; A III-IV 8-10; P I 1-14; V I 8-10. В боковой линии 110-144 чешуйчатой пластинки. Жаберных тычинок 16-18, по некоторым данным их количество может достигать 22 [101; 121]. Позвонков 60-65. На теле нет красных пятен, вдоль боковой линии имеется розовая продольная полоса. На теле и плавниках (включая жировой и хвостовой) имеются многочисленные пятна [58; 100; 112; 179; 198].

**Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы**

**Определения физических показателей рыбы.** *Определение температуры.* Определение температуры проводили при помощи термометра Testo 103 с погрешностью  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Измерения температуры рыбы с массой до 1 кг проводили в анальном отверстии, а для рыбы с массой более 1 кг в надрезе в утолщенной части тушки. Показания термометра учитывали, не извлекая его наружу до достижения максимальной температуры продукции.

*Определение длины (высоты) и массы.* Длину рыбы определяли линейкой по ГОСТ 427 по горизонтали от вершины закрытого рта (рыла) до основания средних лучей хвостового плавника.

Массу рыбы определяли взвешиванием на весах с погрешностью, представленной в таблице 3.

Таблица 3 - Погрешность при взвешивании рыбы

Погрешность не более, г	Масса рыбы, г
± 0,1 г	До 100 г включительно;
±0,5 г	От 100 до 500 г включительно;
±1,0 г	От 500 до 1000 г включительно;
±2,0 г	От 1000 до 2000 г включительно;
±10,0 г	От 2000 до 5000 г включительно;
±20,0 г	Свыше 5000 г включительно.

**Определение органолептических показателей рыбы.** *Определение внешнего вида и цвета рыбы.* Определение внешнего вида и цвета рыбы определяли осмотром. Цвет определяли на поверхности и на поперечном разрезе в мясистой части рыбы.

Обращали внимание на состояние чешуйного покрова, слизь, наличие внешних патологий (опухоли, пятна, кровоизлияния), окраски кожного покрова, состояние жаберных крышек и жабр, глаз, брюшка, а также внутренних органов и тканей.

*Определение степени наполнения желудка пищей.* Степень наполнения желудка (при его наличии) пищей определяли путем осмотра после извлечения внутренних органов, оценивая количество пищи в желудке в баллах:

0-желудок пустой;

1-наполнение желудка пищей от его объема менее половины;

2-наполнение желудка пищей составляет половину от его объема;

3-желудок наполнен пищей полностью;

4-желудок растянут до видимости пищи.

*Определение наличия посторонних примесей.* Наличие посторонних примесей проводили в то же время, что и определение внешнего вида, цвета и вкуса.

*Определение консистенции.* Определение консистенции проводили путем сжатия продукции пальцами.

*Определение запаха.* Определение запаха проводили в жабрах, а также на разрезе и в толще продукции при помощи ножа либо шпильки, которые вводили в мясистую часть в область между приголовком и спинным плавником, рядом с анальным отверстием со стороны брюшка в направлении к позвоночному столбу, в анальное отверстие во внутренние органы. Запах определяли на поверхности вынутой шпильки либо ножа. Перед использованием ножа либо шпильки их погружали в горячую воду на 1-2 минуты. После каждой пробы нож промывали, а шпильку заменяли на новую.

*Пробная варка.* Для исследования рыбы пробной варкой, крупные экземпляры разделяли на куски, удаляли кости, варили до готовности в несоленой воде при слабом кипении (в течение 5 минут) в соотношении рыбы (около 100 г) и воды 1:2. Проводили определение запаха во время варки, а также после ее окончания. Также обращали внимание на наличие жира в бульоне, наличие хлопьев.

*Определение вкуса.* Определение вкуса проводили после пробной варки, если рыба по другим органолептическим показателям свидетельствовали о доброкачественности продукции.

**Подготовка проб к анализу.** Для подготовки проб рыбы к анализу очистили каждый экземпляр от механических загрязнений. Для подготовки средней пробы экземпляров рыбы с массой до 1 кг, рыбу разделяли на филе: отделили плавники, голову, тушку разрезали по брюшку, удалили внутренние органы вместе с икрой (молоками) при их наличии, вдоль спины сделали надрез, удалили позвоночник и ребра. Так как лососевые рыбы имеют плотную кожу, удаление чешуи производится вместе с удалением кожного покрова.

От крупной рыбы с массой более 1 кг среднюю пробу отбирали в виде кусков и измельчали после обесшкуривания и удаления позвоночника и ребер.

Затем, пробу рыбы дважды измельчили при помощи ручной мясорубки, тщательно перемешали фарш, далее перенесли по 100-200 г в банки с

широким горлом и с плотно прилегающей крышкой для дальнейших исследований.

**Лабораторные методы исследования. Бактериоскопия.** Для проведения бактериоскопии образцов делали мазки-отпечатки в количестве двух штук с каждого образца, один из поверхностных слоев мышечной ткани, а второй из глубоких слоев мышц, расположенных вблизи с позвоночным столбом. Приготовленные препараты красили по Граму. Для этого мазки-отпечатки покрывали фильтровальной бумагой и заливали готовым раствором кристаллвиолета, оставляли на 1 минуту, затем удаляли фильтровальную бумагу, препараты промывали проточной водой. После этого заливали предметные стекла готовым раствором Люголя на несколько секунд. Излишки раствора смывали и обесцвечивали препараты погружением в спирт. Затем мазки-отпечатки промывали проточной водой, а после этого заливали готовым раствором нейтрального красного на 3 минуты. После высушивания мазков-отпечатков проводили микроскопию, подсчитывая среднее число микроорганизмов в одном поле зрения микроскопа.

Сине-фиолетовым цветом окрашиваются грамположительные микроорганизмы, в красно-розовый - грамотрицательные.

**Оценка результатов.** В мазках из свежей рыбы (из поверхностных слоев мышц) допускаются единичные палочки и кокки в нескольких полях зрения, препарат плохо окрашивается, отсутствуют остатки разложившейся ткани на стекле; в мазках из рыбы сомнительного качества из глубоких слоев встречается 10-20, а из поверхностных - 30-50 микробов в одном поле зрения. Окрашивание препарата удовлетворительное, волокна мышечной ткани рыбы заметны на стекле; в мазках из несвежей рыбы из глубоких слоев мышц 30-40, а из поверхностных 80-100 и более микробов в одном поле зрения микроскопа, окрашивание препарата хорошее, заметно большое количество распавшейся мышечной ткани.

*Определение аммиака* (качественная реакция). Методика определения аммиака основана на реакции соляной кислоты и образующегося аммиака в недоброкачественной рыбе с образованием облачка хлористого аммония.

Для проведения данного исследования подготовили пробку в которую продели стеклянную палочку с загнутым концом, на которые прикрепили кусочек исследуемой мышечной ткани образца рыбы. Температура образца соответствовала температуре помещения  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . В пробирку внесли 2-3 см<sup>3</sup> смеси Эбера, закрыли пробкой без отверстия и встряхнули. Затем пробку сняли и закрыли пробирку подготовленной пробкой со стеклянной палочкой. Мясо вносили в пробирку без касаний стенок пробирки, уровень от смеси Эбера был 1-2 см.

Оценка результатов. В течение нескольких секунд аммиак вступает в реакцию с соляной кислотой, образуя облачко хлористого аммония. Обозначение интенсивности реакции:

- отрицательная реакция;
- + слабоположительная реакция;
- ++ положительная реакция (образуется устойчивое облачко хлористого аммония, возникающее спустя несколько секунд после внесения в пробирку с реагентом мяса);
- +++ резко положительная реакция (образование облачка происходит сразу после внесения в пробирку с реагентом мяса).

*Определение концентрации водородных ионов (рН).* Для определения концентрации ионов водорода отобрали от приготовленного фарша из мышечной ткани рыбы 5 г, к ним добавили дистиллированной воды в объеме 50 мл и настаивали помешивала в течение 30 минут. Затем отфильтровывали через бумажный фильтр и далее использовали фильтрат для исследования при помощи индикаторной бумаги.

Оценка результатов. У свежей рыбы рН соответствует 6,9; у рыбы сомнительной свежести рН соответствует 7,0-7,2; у рыбы несвежей рН соответствует 7,3 и более.

*Определение сероводорода* (качественная реакция). Методика определения сероводорода основана на реакции свинцовой соли и сероводорода, который образуется в процессе порчи рыбы, с дальнейшим образованием сернистого свинца что сопровождается появлением темного окрашивания на фильтровальной бумаге.

Для проведения исследования отбирали от приготовленного фарша 15-25 г, помещали его в блюксу рыхлым слоем. На фильтровальную бумагу наносили 3-4 капли (диаметр капли 2-3 мм) готового раствора свинцовой соли, затем зажимали бумагу между корпусом блюксы и крышкой. Бумага располагалась над фаршем в блюксе на расстоянии в 1 см. Одновременно с этим проводили контрольный анализ без фарша. Через 15 минут проводили учет реакции: сравнивали окраску бумаги образца и контроля. При положительной реакции (выделении сероводорода образцом) происходило потемнение участка бумаги, на который наносили раствор свинцовой соли.

Оценка результатов. Обозначения интенсивности реакции:

- отрицательная реакция;
- ± присутствуют следы окрашивания капли на бумаге;
- + слабоположительная реакция (по краям присутствует бурое окрашивание капли);
- ++ положительная реакция (окрашивание капли, по краям более интенсивно);
- +++ резко положительная реакция (темно-бурое интенсивное окрашивание).

*Определение продуктов первичного распада белков в бульоне* (реакция с сернокислой медью). Для проведения исследования отбирали от приготовленного фарша 20 г, помещали его в коническую колбу Эрленмейера объемом 200 мл, затем в нее вносили дистиллированную воду в объеме 60 мл и тщательно перемешивали. Затем накрывали колбу часовым стеклом и нагревали в течение 10 минут на кипящей водяной бане. После этого горячий бульон фильтровали в пробирку, находящуюся в стакане с

холодной водой, через плотный слой ватно-бумажного фильтра. Затем 2 мл фильтрата вносили в другую пробирку и добавляли 5 % сернокислую медь в количестве 3х капель, встряхивали и выдерживали 5 минут. Для контроля использовали бульон без сернокислой меди.

Оценка результатов. Из мяса свежей рыбы бульон слегка мутнеет; из мяса рыбы сомнительной свежести - мутнеет заметнее; бульон из несвежей рыбы образует хлопья либо в нем выпадает желеобразный сгусток синеголубого цвета.

*Реакция на пероксидазу* (бензидиновая проба). Для проведения бензидиновой пробы готовили водную вытяжку из жаберной ткани (1:10), которую затем вносили в биологическую пробирку в количестве 2 мл, к ней добавляли 0,2 % спиртовой раствор бензидина в количестве 5 капель. Затем пробирку взбалтывали. После этого вносили 1% раствор перекиси водорода в количестве 2х капель. После этого проводили оценку результатов.

Оценка результатов. У свежей рыбы вытяжка из жаберной ткани дает синюю окраску, которая в течение 1-2 минут переходит в коричневую; у рыбы сомнительной свежести вытяжка из жаберной ткани дает более блеклую окраску, которая в течение 3-4 минут переходит в коричневую; у рыбы несвежей вытяжка из жаберной ткани сразу переходит в коричневый цвет и не дает синюю окраску.

*Редуктазная проба.* Для проведения данного исследования вносили 5 г готового рыбного фарша в бактериологическую пробирку, добавляли к нему 10 мл дистиллированной воды, отстаивали 30 минут. Затем добавляли в пробирку 0,1 % водный раствор метиленового голубого в количестве 1 мл и встряхивали ее для равномерного окрашивания фарша. После этого заливали слоем в 0,5-1 см вазелинового масла. Пробирку помещали в термостат при 37°C и наблюдали за обесцвечиванием экстракта. Скорость обесцвечивания вытяжки зависит от количества микроорганизмов, производящих фермент редуктазу.

Оценка результатов: недоброкачественная рыба, у которой время обесцвечивания составляло до 40 минут содержит  $10^6$  и выше микробов в 1 г мышечной ткани; рыба сомнительной свежести время у которой время обесцвечивания занимало от 40 минут до 2,5 часов содержит от  $10^4$  до  $10^5$  микробов в 1 г мышечной ткани; рыба свежая у которой время обесцвечивания составляло от 2,5 до 5 часов содержит до  $10^3$  микробов в 1 г мышечной ткани.

**Исследование рыбы на наличие паразитов (паразитарная чистота).**

Для исследования рыбы на наличие возбудителей гельминтозных заболеваний, ее поместили в эмалированную кювету. Для определения наличия личинок, просвечивающихся через кожный покров, провели наружный осмотр рыбы.

Для того чтобы открыть доступ к полости тела вырезали ее левую стенку, для этого рыбу повернули вверх брюхом, сделали спереди от анального отверстия короткий надрез, в него ввели конец ножниц (тупой) и сделали разрез брюха рыбы до угла нижней челюсти по серединной линии. Далее сделали дугообразный надрез, вырезав и отделив левую брюшную стенку. Рыбу укладывали на правый бок. Затем внимательно осмотрели полости тела и внутренних органов, серозные оболочки на наличие свободно лежащих или находящихся в капсулах личинок нематод, скребней и цестод, распознаваемых невооруженным глазом.

На участок кишечника находящийся рядом с анальным отверстием, а также на начальный отдел пищевода наложили лигатуры во избежание выхода содержимого пищеварительного тракта наружу. После этого извлекли внутренние органы. Икру (яичники), а также молоки (семенники) вырезали, помещали в чистые отдельные чашки Петри и также просматривали их. Плавательный пузырь подвергали осмотру снаружи и изнутри. Сердечную мышцу, а также ее полости также подвергали осмотру. Содержимое полости тела исследовали компрессорным способом. Затем полость тела протерли марлевой салфеткой и соскобили брюшину.

Весь пищеварительный тракт отпрепарировали. Сначала выделили лежащий на поверхности печени желчный пузырь во избежание загрязнения внутренних органов его содержимым. Затем отделили печень, пищеварительный тракт, поджелудочную железу от окружающей жировой ткани и друг от друга, осмотрели их. Жировую ткань исследовали компрессорным методом между стеклами на темном фоне, предварительно разрезав ее на пластины в 3 мм толщиной. Пилорические придатки осматривали снаружи, предварительно расправив их. Стенки пищевода, а также желудка после наружного осмотра исследовали под бинокулярной лупой.

Печень осматривали с поверхности на наличие плероцеркоидов цестод, а также личинок аизакид. Печень, селезенку, поджелудочную железу подвергали внешнему осмотру, далее их разрезали на пластинки толщиной приблизительно в 3 мм.

Оболочку яичника разрезали, икру (при ее наличии) соскаблили. Мелкую икру исследовали компрессионным методом, а крупную перед исследованием разобрали в чашке Петри препаровальными иглами с небольшим количеством воды. У семенников тщательно просматривали поверхность.

Почки соскабливали по частям вследствие их рыхлой структуры. Для исследования компрессионным способом добавляли несколько капель воды.

Плавники отделили и просмотрели в небольшом количестве воды с помощью микроскопа МБС (увеличение 16-48 раз). Компрессионным способом исследовали мышцы плавников.

Для исследования жабр жаберную крышку удалили, вырезали ножницами жаберные дуги. Последние поместили в чашку Петри, смочили водой и просматривали под бинокуляром жаберные лепестки. Для лучшего изучения, жаберные лепестки отрезали от дуги и также изучали.

После изучения внутренних органов кожу с рыбы удалили по направлению от головы к хвосту, при необходимости подрезая ее. Кожу с

внутренней стороны осматривали, а мышцы, отделившиеся с кожей, соскабливали и исследовали компрессионным способом.

Для исследования мускулатуры использовали несколько методов: метод параллельных разрезов, компрессионный метод, метод переваривания в искусственном желудочном соке.

Для исследования мускулатуры *методом параллельных разрезов* на наличие нематод, цестод и скребней видимых без увеличительных приборов, из мышечной ткани готовили пластинки толщиной 3-5 мм, которые раздвигали и просматривали при хорошем освещении невооруженным глазом. Для исследования тихоокеанских лососей на наличие плероцеркоидов, мышечные волокна дорсальной части тела (в промежутке между спинным и жировым плавником) разрезали поперек волокон.

Для исследования мышечной ткани на наличие метацеркарий трематод, которые могут быть незаметны невооруженным глазом, а также личинок цестод и нематод, использовали компрессионный метод. Для этого участок мышц разрезали на пластинки толщиной до 3мм, располагали их на нижнем стекле компрессория и сдавливали другим стеклом. Просматривали под увеличением в 16-48 раз (микроскоп МБС), смачивали во избежание высыхания физиологическим раствором.

Метод переваривания в искусственном желудочном соке использовали для исследования на наличие метацеркарий трематод, а также личинок нематод. Данный метод исследования является более эффективным в сравнении с компрессионным методом в 1,5 раза и более. Для выявления личинок нематод брали всю мышечную ткань, а для метацеркарий трематод - подкожную мышечную ткань - до 0,5 см. Мышцы отделяли от кожи, измельчали ножом, заливали искусственным желудочным соком в соотношении 1:10 (1 часть мышц к 10 частям желудочного сока), помещали в термостат при 37°C на 3 часа. Далее подвергали фильтрации в стеклянном цилиндре через фильтр из однослоиного бинта. Спустя 20 минут

переваренную мышечную ткань с желудочным соком сливали, а осадок переносили в глубокое часовое стекло и подвергали микроскопированию.

Чешую также исследовали при помощи микроскопа МБС в небольшом количестве воды с увеличением 16-48 раз на наличие метацеркарий трематод.

### **Требования нормативных документов по безопасности рыбы.**

Обеспечение безопасности рыбы, как продукта питания человека является приоритетной задачей ветеринарной службы. Безопасность рыбы можно разделить на биологическую, химическую и физическую. К биологической безопасности относят отсутствие личинок паразитов, которые могут вызывать зооантропонозные заболевания, а также других паразитов, грибы, бактерии, вирусы и другие микроорганизмы, которые могут негативно влиять на органолептические свойства продукции.

Для обеспечения безопасности рыбы в химическом отношении ее исследуют на наличие солей тяжелых металлов, пестицидов, антибиотиков, а для физической - радионуклидов.

На данный момент существует ряд документов, регламентирующих безопасность рыбы, как пищевого продукта. Наиболее значимыми являются ТР ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции» 040/2016 и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» согласно которым установлены допустимые уровни содержания веществ, а также нормативы безопасности рыбы [1; 2].

Согласно ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» и ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в рыбе охлажденной не должно превышать  $1 \times 10^5$  КОЕ/г; бактерий групп кишечной палочки (coliформы) не допускаются в массе продукта 0,001 г, *S. aureus* не допускаются в массе продукта 0,01 г; *V. Parahaemolyticus* не более 100 КОЕ/г. Нормируется содержание таких веществ, как тяжелые металлы (с учетом содержания сухих веществ в конечном продукте и пересчете на него): свинец не более 1,0 мг/кг; мышьяк не более 1,0 мг/кг для пресноводной и 5,0 мг/кг для

морской рыбы; кадмий 0,2 мг/кг; ртути 0,6 мг/кг для пресноводной хищной и 0,5 для морской рыбы, а также таких веществ как гистамин - не более 100,0 мг/кг; нитрозамида - не более 0,003 мг/кг; диоксидинов 0,000004 мг/кг.

В ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» регламентируются допустимые содержания и других веществ. Количество пестицидов должно быть не более: ГХЦГ 0,03 мг/кг для пресноводной рыбы и 0,2 мг/кг для морской рыбы; ДДТ и его метаболитов - 2,0 мг/кг для всех лососевых рыб; содержание 2,4-Д кислоты, ее солей и эфиров - не допускается. Для рыбы садкового содержания не допускается (<0,01 мг/кг) наличие антибиотиков: тетрациклической группы, гризина.

Уровни радионуклидов допустимых в рыбе соответствуют 130 Бк/кг цезия-137 и 100 Бк/кг стронция-90.

В ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» регламентируется максимально допустимые уровни содержания остатков ветеринарных препаратов, стимуляторов роста животных (в том числе гормональных препаратов), лекарственных средств (в том числе антибиотических средств) в пищевой продукции аквакультуры животного происхождения. Так, содержание флорфеникола (в мышечной ткани в естественной пропорции с кожей) - не должно превышать значения 1,0 мг/кг; флавомицина (в мышечной ткани) - не более 0,7 мг/кг; флумевина (в мышечной ткани в естественной пропорции с кожей) - не более 0,6 мг/кг; неомицина, паромимицина (в мышечной ткани) - не более 0,5 мг/кг; диклоксациллина, клоксациллина, оксациллина (в мышечной ткани), а также дифлоксацина (в мышечной ткани в естественной пропорции с кожей) - не более 0,3 мг/кг; эритромицина (в мышечной ткани в естественных пропорциях с кожей) - не более 0,2 мг/кг; данофлоксацина, оксолиновой кислоты, тилозина (в мышечной ткани в естественной пропорции с кожей), ципрофлоксацина, энрофлоксацина (в мышечной ткани) - не более 0,1 мг/кг; колистина (в мышечной ткани в естественной пропорции с кожей) - не более 0,15 мг/кг; амоксициллина, ампициллина, бензилпенициллина, тиамфеникола,

тилмикозина (в мышечной ткани в естественной пропорции с кожей) - не более 0,05 мг/кг; сарафлоксацина (в мышечной ткани рыбы семейства лососевых в естественной пропорции с кожей), спектиномицина (в мышечной ткани) - не более 0,03 мг/кг; ласалоцида (в мышечной ткани) - не более 0,005 мг/кг; содержание бацилтрацина, левомицетина, метронидазола, диметридазола, ронидазола, дапсона, клотримазола, аминитризола, нитрофуранов, тетрациклиноидной группы - не допускается.

Согласно ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» содержание максимально допустимых уровней остатков антипротозойных средств в мышечной ткани должно быть не более: галофугинона - 0,01 мг/кг; декоквината - 0,02 мг/кг; диклазурила, наразина, робенидина - 0,005 мг/кг; мадуромицина, салиномицина, семдурамина - 0,002 мг/кг.

Для обеспечения безопасности рыбы в биологическом отношении в нормативных документах [1; 2] указаны личинки паразитов, не допускаемые в живом виде (таблица 4). Для пресноводной рыбы семейства лососевых это: личинки trematod (нанофиетусов и росикотремов), личинки цестод (диффилоботриумов), личинки нематод (анизакисов). Для проходной рыбы относящихся к группе лососи это: личинки цестод (диффилоботриумов), личинки нематод (анизакисов), а для группы дальневосточные лососи: личинки trematod (нанофиетусов), цестод (диффилоботриумов), нематод (анизакисов и контрацекумов), а также скребней (болбозом и корниозом). В морской рыбе, а именно в проходных лососях баренцева моря не допускаются личинки в живом виде: цестод (диффилоботриумов), нематод (анизакисов), для проходных лососей тихого океана: trematod (нанофиетусов и росикотремов), цестод (диффилоботриумов), нематод (анизакисов и контрацекумов), скребней (болбозом и корниозом).

Для гельминтологического исследования рыбы отбор проб осуществляли в соответствии с ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [12]. Для гельминтологического исследования рыбы

руководствовались МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» [4], в котором указаны методы исследования рыбы, дифференциальные признаки, а также методы дифференциальной диагностики личинок гельминтов при их обнаружении, и методы установления жизнеспособности личинок.

Также, для определения жизнеспособности личинок гельминтов можно руководствоваться ГОСТ Р 54378-2011 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения жизнеспособности личинок гельминтов» [11], в котором указаны способы определения жизнеспособности личинок нематод, цестод, trematod и скребней, которые могут находиться в рыбе.

Существуют методические указания по профилактике описторхоза: МУ 3.2.2601-10 «Профилактика описторхоза» [8].

В них описана эпидемиологическая обстановка в Российской Федерации по описторхозу, характеристика возбудителя, жизненный цикл, мероприятия по профилактике (санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, а также методы обеззараживания рыбы, охрана окружающей среды, санитарное просвещение).

В МУК 4.2.2661-10 «Методы санитарно-паразитологических исследований» [3] описаны различные методы определения жизнеспособности яиц и личинок гельминтов различными методами. СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» (с изменениями на 29 декабря 2015 года) [9] регламентирует мероприятия, обеспечивающие санитарно-эпидемиологический надзор, требования к профилактическим мероприятиям отдельных групп гельминтозоонозов, передающихся через рыбу, способы обезвреживания рыбы путем замораживания, посола и термической обработки.

В документе «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков» (1989) [7] указаны способы ветеринарно-санитарной экспертизы и оценки рыбы при заразных болезнях (краснуха,

вирусные болезни рыб, миксобактериоз форели, бактериальный энтерит амура, бранхиомикоз, мукофилез, болезнь Страффа, оспа, сапролегниоз, фурункулез и вибриоз лососевых, ихтиоспоридиоз, язвенная болезнь судака, чума щук, язвенный некроз кожи лососевых, некротический дерматит американского канального сома, новообразования, а также описторхоз, клонорхоз, гетерофоз, метагонимоз, дифиллоботриоз, диоктифимоз, нанофиетоз), а также методы обезвреживания рыбы при зооантропонозных гельминтозах, указанных выше.

Таблица 4 - **Личинки паразитов, не допускаемые в живом виде**

Паразитологические показатели и допустимые уровни содержания		Группа продуктов				
Личинки в живом виде:		Пресноводная рыба сем. лососевых	Проходная рыба сем. лососевых		Морская рыба сем. лососевых	
			Лососи	Дальневосточные лососи	Проходные лососи Баренцева моря	Лососи Тихого океана
трематод	нанофиетусов	н/д	-	н/д	-	н/д
	росикотремов	н/д	-	-	-	н/д
цестод	диффилоботриумов	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
нематод	анизакисов	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
	контрацекумов	-	-	н/д	-	н/д
скребней	болбозом	-	-	н/д	-	н/д
	корниозом	-	-	н/д	-	н/д

## Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы при подозрении на фальсификацию

### Определение видовой принадлежности рыбы по анатомическим и морфологическим особенностям

Идентификацию рыбы проводили по таким наиболее важным анатомическим признакам, как форма тела, расположение и строение плавников, количество тычинок жаберных дужек, вид чешуи, наличие и характер зубов [46; 15; 87; 125; 139]. Определение внешнего строения тела рыбы представлено на рисунке 3.



Рис. 3. Определение внешнего строения тела рыбы.

**Форма тела рыбы** бывает различная, в зависимости от места обитания рыбы, а также образе жизни рыбы. Рассмотрим следующие наиболее распространенные формы тела.

Веретенообразная (торпедовидная) - голова заостренная, туловище в виде веретена, хвостовой стебель тонкий (лососевые, карповые, окуневые и др.) [36; 88; 103; 179; 189; 191; 192], рисунок 4.

Уплощенная - туловище сдавлено с боков (камбала), либо сверху вниз (скаты), глаза расположены только с одной стороны. Такая форма тела встречается у придонных рыб.



Рис. 4. Веретенообразная форма тела, золотой карась.

Шаровидная - хвостовой плавник плохо развит, тело имеет форму шара (кузовки).

Угревидная - удлиненное (змеевидное, червеобразное) тело, встречается у угрей, морских игл, миног, рисунок 5.



Рис. 5. Угревидная форма тела. Речная минога.

Стреловидная - тело довольно сильно вытянуто. Рыбы с данной формой туловища не совершают продолжительных миграций.

Лентовидная - тело с боков сплющено, схоже с лентой. Данная форма тела присуща обитателям спокойных вод, которые довольно медленно передвигаются (сабля-рыба, сельдяной король) [42; 93; 102; 104; 148; 172].

**Голова рыбы** может иметь различную форму (вытянутую, коническую, заостренную, с мечевидным рылом и т.д.) которая связана со строением ротового аппарата. Различают несколько видов рта, рисунок 6.

Верхний рот - нижняя челюсть выступает вперед, разрез рта косой, направлен вверх (толстолобик).

Конечный рот - линия рта параллельна оси тела, челюсти выдаются одинаково (карп).



1



2а



2б

Рис. 6. Положение рта у рыб: 1-верхний рот у толстолобика; 2а - конечный рот у карася; 2б-конечный рот у карпа.

Полунижний рот - верхняя челюсть немного выступает вперед над нижней (вобла).

Нижний рот - рыло выдается над нижней челюстью (осетр).

Также встречается выдвижной рот, встречается у рыб семейства карповых, характеризуется подвижными, выдвигающимися в виде трубки челюстями [80; 90].

Для определения близкородственных видов особое внимание обращают на количество жаберных тычинок. У каждого вида число их определенное с небольшим отклонением.

Для определения видовой принадлежности обращают внимание на боковую линию и плавники.

**Боковая линия** - сеймосенсорный орган, подкожный канал с клетками, которые помогают рыбе ориентироваться в пространстве, а также воспринимать ее свойства - температуру, давление, соленость. Она может проходить вдоль всего тулowiща рыбы от головы до хвостового плавника (полная боковая линия), только в передней части тела (неполная боковая

линия) или же присутствовать в виде густой сети каналов на голове (сельдевые) [23; 58; 62; 125; 162].

При определении видовой принадлежности рыбы подсчитывали количество чешуйных пластин, по которым они проходят, а также число чешуек под ней и над ней. Для каждого вида рыб количество чешуек на боковой линии индивидуально, с небольшими различиями [125; 126; 199].

Количество их записывается в виде формулы:

$$LL \cdot X \frac{a-b}{d-c} Y, \text{ где} \quad (1)$$

LL (от лат. *Linia Lateralis*) - боковая линия;

X и Y - максимальное и минимальное число чешуй на боковой линии;

a-b - число рядов чешуй выше боковой линии;

c-d - число рядов чешуи ниже боковой линии.

**Плавники** бывают парные (брюшные, грудные) и непарные (спинной, анальный, хвостовой) У некоторых групп рыб (лососевых, харациновых) позади спинного плавника располагается жировой плавник (*pinna apidosa*), их расположение представлено на рисунке 3.

Грудные плавники (*pinna pectoralis*) расположены позади жаберных щелей.

Брюшные (*pinna ventralis*) - располагаются около центра тяжести тела рыбы. Существует несколько возможных способов расположения брюшных плавников на теле рыбы: абдоминальное расположение - брюшные плавники располагаются на брюхе, встречается такое расположение у сельдеобразных рыб; торакальное расположение - плавники располагаются на брюхе, но сдвинуты ближе к передней части, встречается у окунеобразных; югулярное расположение - располагаются спереди от грудных плавников на горле, встречается у трескообразных рыб [58; 120].

Спинные плавники располагаются на спине рыбы. У различных видов рыб количество спинных плавников может быть различным. У сельдеобразных рыб он один, у налимовых - два, а у тресковых - три. У окуневых спинной плавник один, но состоит из двух частей - первая из неветвистых лучей, вторая - из ветвистых. Как и количество спинных

плавников, так и их расположение может отличаться. У щукообразных спинной плавник смещен далеко назад, в то время как у сельдеобразных он находится на середине тела, а у тресковых, которые имеют массивную переднюю часть тела, один из них располагается ближе к голове [95; 104].

Анальный плавник служит для рыб килем, в некоторых случаях он является органом движения, при этом сильно развиваясь в длину (камбаловые, сомовые). Обычно, анальный плавник располагается сразу за анальным отверстием, но у некоторых рыб (окуневые, камбаловые) смещен вперед. Анальный плавник может отсутствовать у рыб (катран) [90; 169; 184].

Хвостовой плавник располагается у рыбы в задней части тела. Он отличается разнообразным строением. По величине верхней и нижней лопасти различают несколько типов хвостовых плавников: изобатный тип - когда верхняя и нижняя лопасти одинаковые (скумбриевые); гипобатный тип - нижняя лопасть более длинная (сарганообразные); эпигатный тип - верхняя лопасть удлинена (осетровые). По расположению относительно конца позвоночника и форме различают несколько типов хвостовых плавников: протоцеркальный - имеет вид плавниковой каймы (минообразные); гетероцеркальный (несимметричный) - конец позвоночника заходит в верхнюю удлиненную лопасть плавника (осетровые); гомоцеркальный (наружносимметричный) - в верхнюю лопасть заходит видоизмененное тело последнего позвонка (у большинства костистых рыб). Встречается также полное отсутствие хвостового плавника (морские коньки). По форме хвостовой плавник бывает: вильчатый (сельдеобразные), выемчатый (лососевые), округлый (налимовые), усеченный (тресковые), заостренный (бельдюговые), хлыстовидный (долгохвостые), полулунный (скумбриевые) [68; 184; 185].

На теле рыбы, помимо основных плавников, могут присутствовать дополнительные плавники. У лососевых рыб присутствует жировой плавник, расположенный за спинным плавником над анальным. Он представляет из себя складку кожи без лучей [144; 165].

Плавники состоят из лучей, соединенных между собой перепонками. Число лучей в плавнике постоянно для каждого вида, поэтому является одним из анатомических признаков для определения видовой принадлежности. Количество плавников и число лучей в них записывается в виде формулы, где D - спинные плавник (pinna dorsalis), A - анальный (pinna analis), P - грудные (pinna pectoralis), V - брюшные (pinna ventralis), C - хвостовой (pinna caudalis). Количество твердых неветвистых лучей обозначается римскими цифрами, а количество мягких неветвистых - арабскими:

D III-V 9-12, A III-IV 7-10, V I-II 7-9, где (2)

D - спинные плавники;

A - анальные плавники;

V - брюшные плавники;

римские цифры - количество твердых неветвистых лучей;

арабские цифры - количество мягких неветвистых лучей.

**Определение возрастной категории рыбы по чешуе.** По химическому составу чешуя состоит на 50% из органического вещества, представленного в основном соединительной тканью. Фосфат кальция главным образом составляет минеральную часть (около 40%). Также в чешуе обнаружен карбонат кальция и натрия, фосфат магния, но в меньших количествах [66].

Тело рыб покрыто чешуей, которая является производным собственно кожи. Чешуйки состоят из двух слоев: наружного стекловидного и внутреннего волокнистого, которые образуют склериты. Наслоение склеритов происходит циклически, то есть ежегодно, что приводит к образованию годичных колец (зон сближения склеритов), которые используют для определения возраста рыбы, а также для определения видовой принадлежности рыбы [34; 188].

Среди рыб распространены три типа чешуи, которые различаются по химическому составу и форме: плакоидная, ганоидная, костная (эластомоидная). Костная чешуя отличается от других типов тем, что в ней

присутствует лишь косное вещество. В зависимости от формы она подразделяется на циклоидную и ктеноидную.

Ктеноидная чешуя отличается от циклоидной наличием мелких шипиков на заднем крае.

Чешуя лососевых рыб относится к циклоидной [67; 190]. Не смотря на эти различия, есть и схожие характеристики, такие как идентичный химический состав и общую характерную особенность костной чешуи - наличие на ней концентрических колец [180].

Эти кольца образуются в результате неравномерного роста рыбы в целом и прироста чешуи в частности, указатель представлен на рисунке 7.

На протяжении всей жизни, а также каждого года, рост тела рыбы и его отдельных частей неравномерен. Более интенсивный рост рыбы происходит в летний период, когда она активно питается. С другой стороны, в период зимовки рост рыбы резко замедляется или прекращается вовсе [200].

По данным исследования А.А. Иванова (2011), между ростом рыбы и ростом чешуи существует прямолинейная зависимость, которая выражается в виде формулы:

$$L_n = (V_n/V)L, \text{ где} \quad (3)$$

$L_n$  - ожидаемая длина рыбы в возрасте  $n$ , см;

$V_n$  - расстояние от центра чешуи до годового кольца в возрасте  $n$ , мм;

$V$  - длина чешуи от центра до края, мм;

$L$  - длина рыбы, см.

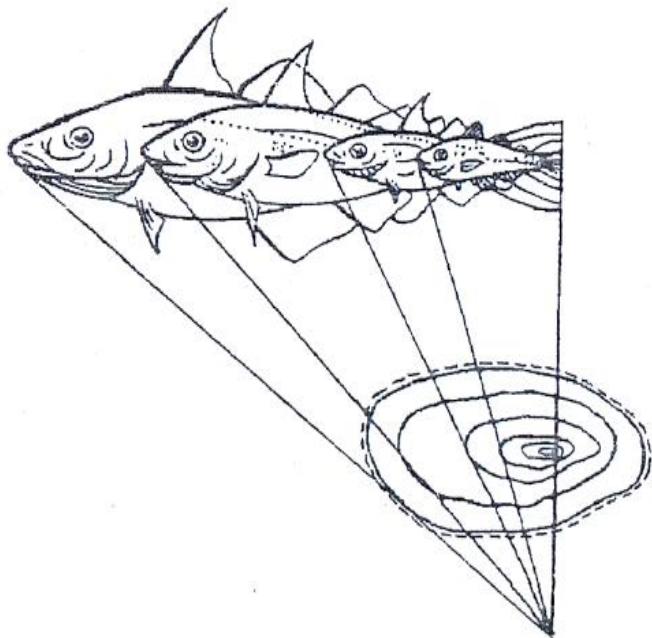


Рис.7. Указатель изменения размеров тела и чешуи в процессе роста рыбы (прямолинейная зависимость) [67, с. 107].

При увеличении обменных процессов в организме, происходит ускоренный рост чешуи, который отмечается образованием широкого темного кольца [22]. В свою очередь, период замедления обменных процессов сопровождается образованием светлых полос и колец на чешуе, рисунок 8. По количеству концентрических колец на чешуе можно определить возраст рыбы. Впервые А.Левенгук в 1984 г. обратил внимание на соответствие прожитых рыбой лет с числом колец на чешуе.

Чешую рыб активно используют для определения возраста рыбы.

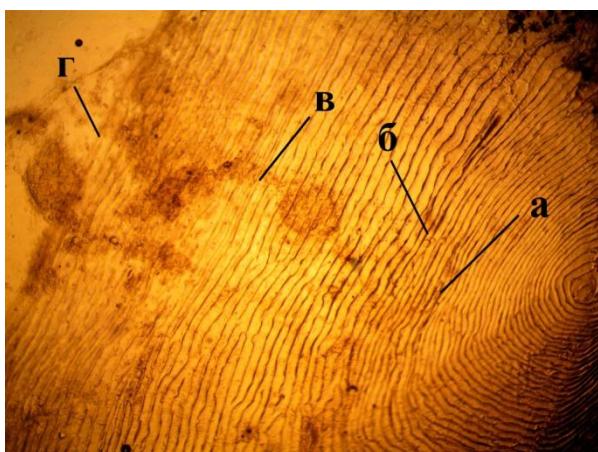


Рис. 8. Годичные кольца на чешуе рыб:  
а, б, в - годичные кольца; г - край чешуи.  
определяющая зона охватывает обширный участок чешуйного покрова,  
рисунок 9 (а).

Иванов А.А. (2003) для исследований брал чешую с участка у основания первого спинного плавника [66].

В то же время, некоторые авторы [56], отбирали чешуйные пластины из близлежащих к боковой линии рядов.

Зарубежные исследователи в свою очередь, для определения возраста рыбы определяющую зону обозначили меньшим числом чешуек примыкающих к боковой линии, рисунок 9 (б).

Исследования Мартынова В.Г. (2007), который исследовал обе зоны, говорят о том, что при выборе определяющей зоны используемой в России для исследования возраста рыбы наблюдается большая изменчивость чешуи по

В связи с возникновением вопроса об особенностях строения чешуи в пределах чешуйного покрова представляет интерес выбор определяющей зоны на теле рыбы [207].

Многие отечественные ученые берут для исследования чешуйные пластины по общепринятой методике:

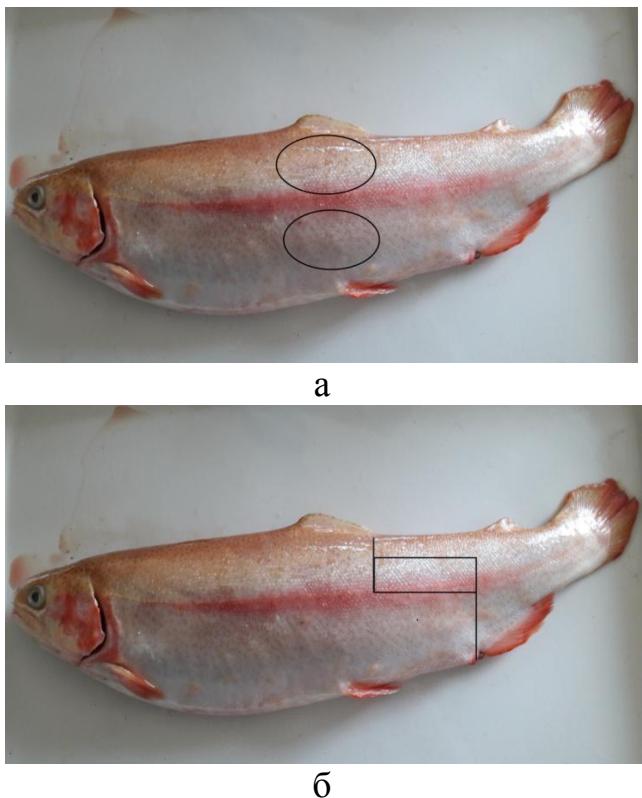


Рис. 9. Определение возраста рыбы: зона а и б.

размерам и по числу склеритов [92]. Справочник изменчивости чешуи представлен на рисунке 10.

По направлению от боковой линии к спинному плавнику размер чешуи уменьшается, снижается количество склеритов в годовых зонах роста, особенно в первой.

Существует прямая зависимость числа склеритов от интенсивности роста молоди, которая в свою очередь зависит от термических условий конкретных лет.

У рыб, медленно растущих на стадии сеголеток, первая годовая зона может полностью отсутствовать, также как и центральная площадка.

В результате исследования, Мартынов В.Г. пришел к выводу, что чешуя у мальков лосося появляется в первую очередь в боковой линии, затем в близлежащих чешуйных рядах, постепенно покрывая все тело рыбы.

Формирование чешуи у сеголеток идет в латерально-дорсальном и латерально-вентральном направлениях, при этом в головной части несколько медленнее, чем в хвостовой.

Чем дальше чешуя находится от хвоста или боковой линии, тем позднее она образуется, имея при этом меньший размер и меньшее количество склеритов. Аналогичная тенденция наблюдается и в последующие годы жизни рыбы, что вероятно связано с тем, что рост чешуи после временного прекращения в период зимовки, возобновляется в первую очередь в рядах расположенных рядом с боковой линией. Также в северных популяциях в года, неблагоприятные для роста, чешуйный покров не успевая сформироваться на



Рис. 10. Справочный материал.  
Потеря годовой зоны роста на чешуе из  
удаленных от боковой линии рядов:  
а- холодный год, б - теплый год, чешуя  
из 1-го (1); 9-го (2); 19-го (3) рядов  
на боковой линией под спинным плавником  
[44, с. 35].

основания анального плавника).

**Методика определения возраста.** Методику определения возраста описал Иванов А.А. (2011) в своей книге «Физиология рыб»: - «для определения возраста рыбы чешую промывают в растворе нашатыря, протирают, зажимают между двумя предметными стеклами и просматривают под лупой или при малом увеличении микроскопа.

Мелкую чешую перед просмотром смазывают глицерином.

У лососевых рыб между годовыми кольцами часто просматриваются добавочные кольца, появление которых связывают с нерестом.

участках, находящихся поодаль от боковой линии, рядом со спинным плавником [56; 182; 205].

Процесс формирования чешуи у сеголеток в данном случае завершается лишь на втором году жизни, что характеризуется отсутствием первого годового кольца на чешуйках, расположенным вдали от боковой линии.

Данная изменчивость чешуйного покрова определяет выбор участка на теле рыбы для взятия образцов.

Минимальная изменчивость чешуйных характеристик в пределах образца - самое важное требование. Такому требованию соответствует чешуя, расположенная в первых трех рядах над боковой линией, между вертикалями (задний край основания спинного плавника и передний край

Эти добавочные кольца выражены не по всей длине, а лишь на какой-то одной стороне чешуи» [67].

Календарный возраст и количество колец на чешуе у рыб можно определить по схеме, представленной в таблице 5 [66, 152; 157].

Таблица 5 - Схема определения возрастных групп

Возрастная группа	0	I	II	III	IV
Число годовых колец на чешуе	нет	1	2	3	4
Название возрастных групп	- Весна	годовик	Двух-годовик	Трех-годовик	Четырех-годовик
Обозначение возраста		1	2	3	4
Название возрастных групп	сеголеток Осень	двухлетка	трехлетка	Четырех-летка	Пяти-летка
Обозначение возраста		0+ Рис. 11 (а)	1+ Рис. 11 (б)	2+ Рис. 11 (в)	3+ Рис 11 (г)

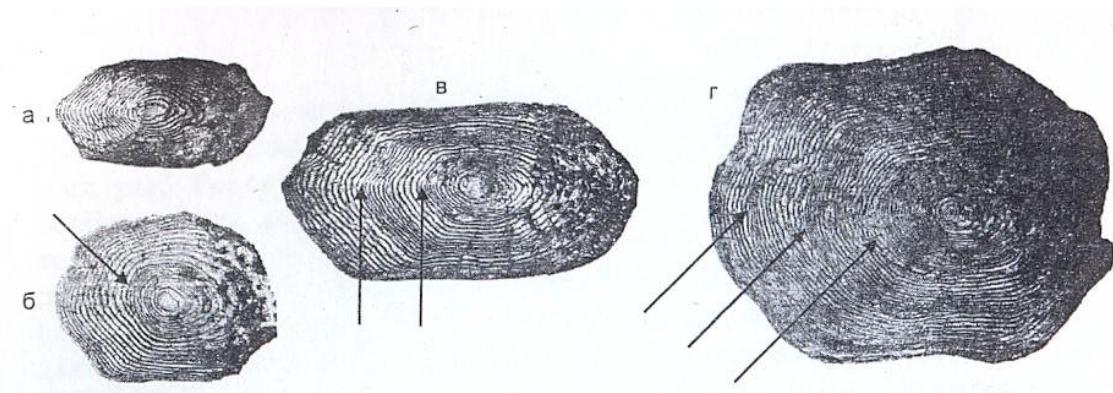


Рис. 11. Чешуя молоди лосося. Указатель завершения годовых зон [157, с.32].

На рисунке 11 представлена чешуя молоди лосося с указателем завершения образования годовых зон, с помощью которых определяли возраст рыбы.

## Определение видовой принадлежности рыбы по чешуе

Тело рыб, в большинстве случаев покрыто чешуей (squama), представляющей из себя жесткие пластинки кожного скелета, упорядоченно расположенные по всему телу. По данным некоторых авторов [56], чешую рыб можно отнести к модульным объектам, если рассматривать ее по функциональным единицам в рамках структурной гистологии, она характеризуется открытым ростом и циклическим морфогенезом. Весь чешуйный покров, вероятно, можно отнести к дискретным модульным объектам, в силу того, что он состоит из равноценных, взаимозаменяемых, одинаковых элементов-чешуй, которые связаны относительно слабыми связями [197].

У рыб встречаются различные типы чешуи: космоидную, плакоидную, эластомоидную (лептоидную) и ганоидную, справочный материал

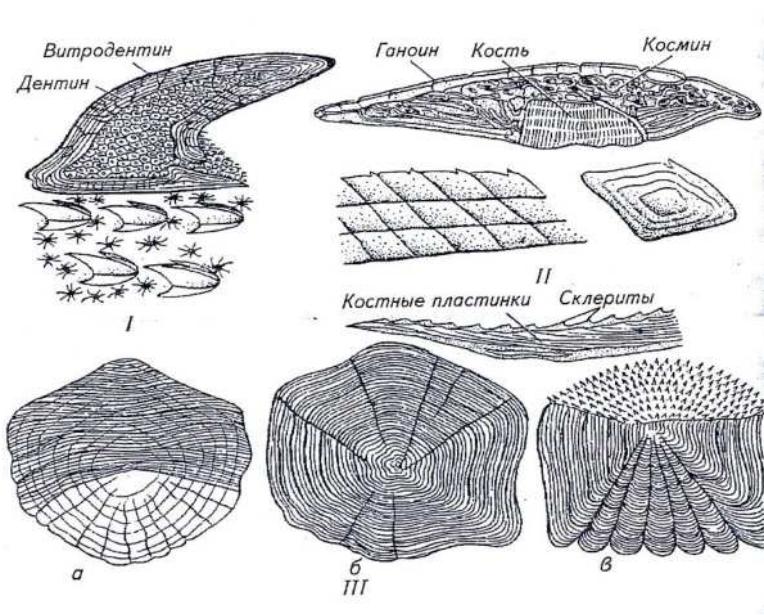


Рис. 12. Справочный материал. Чешуя рыб.  
I-плакоидная чешуя; II-ганоидная чешуя; III-костная чешуя: а-сельдь; б-лещ; в-окунь [67, с. 106].

представлен на рисунке 12.

**Космоидная чешуя** встречается у двоякодышащих (dipnoi), кистеперых (crossopterygii) и подкласса мясистолопастных рыб (sarcopterygii), была широко представлена у древних форм.

Космоидная чешуя может рассматриваться как производная ганоидной

и плакоидной чешуи, так как возникла путем объединения кожных зубов. По форме различают окружную или ромбическую чешую. Она может располагаться на теле по типу черепицы, образуя сплошной покров, либо лежать изолированными чешуями. Рельеф данной чешуи может быть

образован дентиновыми выростами-зубчиками или гребнями, или бугорками, которые вытягиваются по оси тела. Космоидная чешуя состоит из нескольких слоев: изопединовая толстая пластина лежит в основании чешуи, на ней, в свою очередь, лежит второй слой, представленный губчатой костью, третий слой представлен космином (дентином сложной структуры), четвертый слой витродентин (крепкое эмалеподобное вещество) [183].

**Плакоидная чешуя** (plax - греч. пластина и eidos - форма) наиболее древняя, встречается у хрящевых рыб (chondrichthyes), состоит из ромбической пластиинки, которая залегает в дерме и шипа, который выступает наружу и заканчивается одним или несколькими остриями. Плакоидная чешуя в течение жизни многократно меняется. В ее составе три слоя: витродентрин (эмалеподобное наружное вещество); детрин (органическое вещество, которое пропитано известью); пульпа (полость, заполненная рыхлой соединительной тканью, в которой присутствуют сосуды). Форма чешуи сильно разнится, встречается конической, уплощенной или может быть похожа на перевернутую канцелярскую кнопку. Чешуи могут располагаться отдельно либо группироваться [203].

**Ганоидная чешуя** характерна для примитивных лучеперых рыб (actinopterigii), многопорообразных (polypteriformes), панцирных щук (lepidosteiformes), у ископаемых рыб. На теле этих рыб она образует панцирь, располагаясь кольцами. Ганоидная чешуя не сменяется и растет в течение всей жизни рыбы. Форма этой чешуи ромбовидная, но встречается округлая или с глубоким вырезом. Она имеет выступ в виде зуба, с помощью которого чешуйки соединяются друг с другом. В гаплоидной чешуе три слоя: ганоин (уплотненный верхний слой), космин (средний слой, содержит множество каналцев), изопедин (нижний слой чешуи, состоит из костного вещества) [68; 176].

Для костистых рыб (teleostei) характерна **эластомоидная чешуя** - ктеноидная (перкоидная, пильчатая, ctenoid, percoid, toothed) и циклоидная (cicular, cycloid). Костная чешуя является результатом преобразования ганоидной чешуи - осталось лишь костное вещество, ганоин и космин исчезли.

Различают два типа костной чешуи по характеру поверхности: циклоидная, имеющая гладкий задний край (встречается у сельдевых, карповых) и ктеноидная, на заднем крае которой присутствуют шипики (окуневые) [163].

Ктеноидная чешуя является более прогрессивной, чем циклоидная. Чешуя костистых рыб имеет отличительную особенность, заключающуюся в способе ее закладки. Свободным концом данная чешуя налегает на следующую черепицеобразно, а основанием внедряется в чешуйный кармашек, расположенный в дерме.

Циклоидная чешуя характеризуется несложным рельефом поверхности, имеет гладкий каудальный край (рисунок 13). Ктеноидная чешуя имеет характерные отличия: центральная часть располагается ближе к наружному



Рис. 13. Циклоидная чешуя семги (*Salmo salar*).

краю чешуи, краинальные поля имеют расчленения на фестоны (языки), на наружном крае каудального поля присутствует гребень, состоящий из одного либо нескольких рядов

игловидных костных выростов (рисунок 14) [56]. Костная чешуя имеет три слоя. Нижний - основной, сложенный из тонких костных пластинок, которые образуются в результате закладки большей пластинки под предыдущей. Таким образом, самая большая и молодая пластинка находится снизу, в то время как самая старая (первая пластинка, которая закладывается у малька) располагается сверху. Средний - минерализованный, покровный, со склеритами.



Рис. 14. Ктеноидная чешуя балхашского окуня (Perca schrenki).

Верхний - бесструктурный, прозрачный [170; 206].

Во время интенсивного роста на среднем (покровном) слое образуются широкие, удаленные друг от друга склериты с большими гребнями. При замедлении роста - узкие,

расположенные на малом расстоянии друг от друга склериты с низкими гребнями [68; 194].

Для определения видовой принадлежности рыбы по чешуе в первую очередь необходимо знать участок тела рыбы, с которого берутся пробы.

Чешуя должна быть крупная, с правильной формой, не резорбированная и не поврежденная. При этом, необходимо помнить, что формирование чешуи на разных участках тела рыбы происходит неодинаково, например, для *Salmo salar* характерно отсутствие образования чешуи в первый год жизни в холодных водах [92; 180].

Самыми главными требованиями для определения видовой принадлежности, все же, является отсутствие видимых повреждений и отсутствие резорбции, так как при не соблюдении данных требований многие кольца и зоны могут быть не различимы [22; 139].

У каждой рыбы отбираются образцы чешуй с не поврежденной центральной зоной и наиболее четкой структурой. Скальпелем, либо пинцетом чешуйную пластинку извлекают из чешуйного кармана, аккуратно,

чтобы не повредить края и структуру чешуи, счищают слизь и поверхностный эпителий. Для этого используют слабый раствор аммиака (3%), в который помещают чешуйные пластинки на 1-3 часа (для каждой чешуи используется отдельная емкость). После этого чешуи протирают марлей с соблюдением осторожности, либо пальцами.

Безусловно, просмотр чешуйного покрова лучше осуществлять в полевых условиях, но, к сожалению, это не всегда возможно. В связи с этим чешуи после сбора можно хранить или транспортировать в специальных чешуйных книжках, либо бумажных пакетиках [56]. Некоторые авторы (Чугунова Н.И.) [152] предлагают использовать специальный раствор для хранения, но в этом есть свои затруднения связанные с объемом исследуемых образцов.

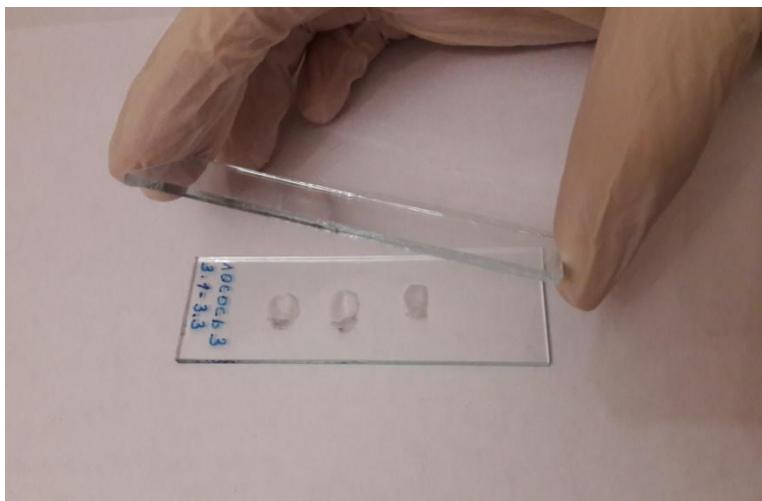


Рис. 15. Схема приготовления препарата чешуи рыбы.

Также, высушенная чешуя не уступает по свойствам той, которая хранится в растворе, структура ее также не подвергается изменению.

После очистки из чешуй изготавливали препараты, для этого очищенную чешую располагали на предметном стекле, сверху накрывают покровным, либо вторым предметным. Предметное стекло фиксируют по краям клейкой лентой, а покровные можно фиксировать парафином. Схема приготовления препарата представлена на рисунке 15. Существуют более сложные способы крепления чешуйный пластин к предметным стеклам [152], в которых чешуи приклеиваются, а также более простые, при которых очищенную чешую просматривают между двумя предметными стеклами, не скрепленными между собой.

После приготовления препарата переходят к морфометрии чешуи.

Для характеристики формы и места расположения чешуи на теле рыбы используют следующие показатели: соотношение продольного и поперечного диаметра чешуи; относительную величину площади заднего края. Показатель формы чешуи является отношением ее наибольшего поперечного диаметра к ее наибольшему продольному диаметру [38].

Вычисление показателя осуществляют по формуле, схема вычисления представлена на рисунке 16:

$$F=H/D, \text{ где} \quad (4)$$

$F$ -показатель формы чешуи;

$H$  - наибольший поперечный диаметр чешуи, мм;

$D$  - наибольший продольный диаметр чешуи, мм.

Показатель степени налегания чешуи является отношением продольного диаметра каудального поля чешуи к наибольшему продольному диаметру всей чешуйной пластинки. Вычисление показателя налегания чешуи осуществляли по формуле:

$$K_d=d/D, \text{ где} \quad (5)$$

$K_d$  - показатель степени налегания чешуи;

$d$  - наибольший диаметр каудального поля чешуи, мм;

$D$  - наибольший продольный диаметр чешуи, мм.

Измерения чешуи для исследования производили согласно схеме, представленной на рисунке 16.

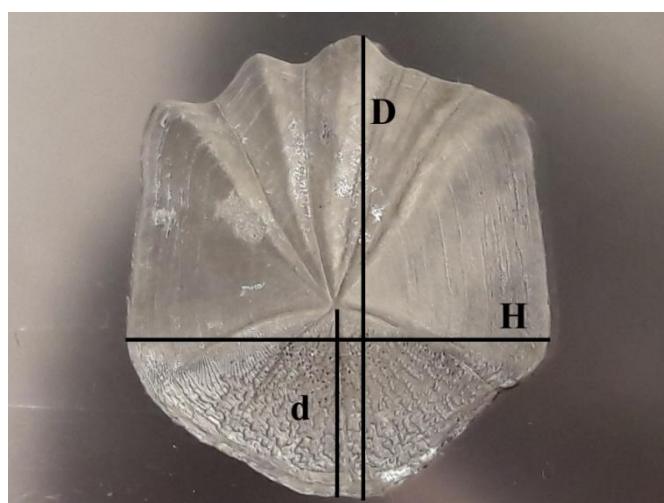


Рис. 16. Схема вычисления формы чешуи:  
 $H$  - наибольший поперечный диаметр чешуи,  
 $d$  - наибольший продольный диаметр открытой  
части чешуи,  $D$  - наибольший продольный  
диаметр чешуи.

Чешую для измерения показателей: показатель формы чешуи  $F$  и показатель степени налегания чешуи  $K_d$ , отбирали с трех участков, которые расположены на боковой поверхности тела рыбы, на уровне продольной оси [38].

Участки отбора проб чешуи представлены на рисунке 17.

Также для морфометрии чешуи можно использовать показатель относительного размера чешуи [56].

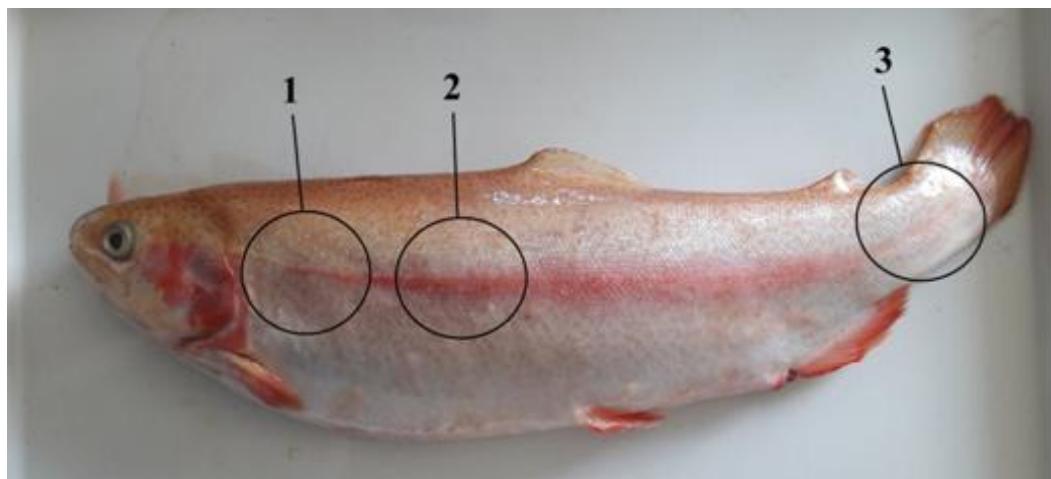


Рис. 17. Участки отбора проб чешуи: 1 - участок на передней части тела рыбы за жаберными крышками, 2 - на наибольшей высоте тела рыбы, 3 - в центре хвостового стебля.

Вычисление показателя относительного размера чешуи производили по формуле:

$$J = D * 100 / ad (\%), \text{ где} \quad (6)$$

$J$  - относительный размер чешуи, %;

$D$  - наибольший продольный диаметр чешуи, мм;

$ad$  - длина рыбы (до конца средних лучей хвостового плавника), мм.

### **Определение нерестовых изменений по анатомическим и морфологическим особенностям чешуи**

Мясо лососевых рыб является высокоценным продуктом питания. Во время нагула его пищевая ценность возрастает, в то время как в период нереста содержание питательных веществ и жира значительно снижается, увеличивается содержание воды в мышечной ткани, мясо становится дряблой консистенции, что сказывается на вкусовых качествах рыбы. Масса тела рыбы снижается в среднем на 18-30%, сухая масса тела уменьшается в 2,0 раза. Содержание жира в теле рыбы уменьшается в 2, а бывают случаи, что и в 3 раза (у самок в среднем до 48%, у самцов - до 45%) [131].

Лососевые являются ценными видами рыб, для уменьшения затрат производитель может выдавать рыбу с нерестовыми изменениями, за рыбу хорошего качества. Для этого, зачастую, используют обезличивание рыбы, когда жабры и голову удаляют. Определить нерестовые изменения, безусловно, можно и по морфологическим изменениям, связанным данным жизненным циклом у лососевых, а по чешуе - при обезличивании продукта [31; 37; 52; 116].

В период нереста внешний облик атлантического лосося подвергается изменениям. В первую очередь меняется окраска: серебристый цвет тела, присущий лососям теряется, тело с плавниками темнеют, в области головы и тела могут появляться многочисленные красные пятна (у самок пятна обычно коричневые) [71]. Также изменениям подвергается пропорции и форма головы, что особенно заметно у самцов [157], которые представлены на рисунке 18.

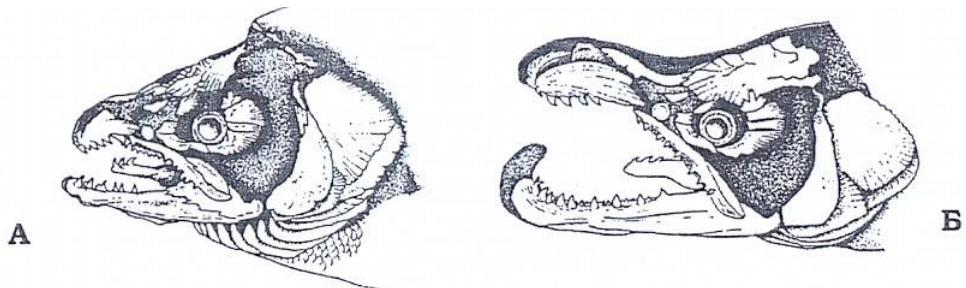


Рис. 18. Череп самца лосося: А - без брачного наряда, Б - в брачном наряде [157, с.38].

За счет изменения пропорции и формы головы в период нереста изменяется пропорция тела. У самцов на нижней челюсти образуется так называемый «крюк» из соединительной ткани, который входит в ямку, образованную между межчелюстными костями. Изменения черепа у самцов связано с конкуренцией в период размножения и служит оружием во время схваток между ними [131].

Изменениям подвергается не только внешний вид, но и строение чешуи, появляются так называемые нерестовые изменения на чешуе. Нерестовые марки (нерестовые отметины или нерестовые кольца) являются результатом механического воздействия и травмирования края чешуи о твердый субстрат.

Зона разрушения вначале возникает на дорсальном крае чешуи, со временем охватывая по всему периметру пластинки склериты [146; 178].

У лососевых рыб, в процессе миграции вверх по рекам к нерестилищам, а также при раскапывании гальки и во время строительства гнезда края чешуи сильно обламываются и стираются. Это особенно сильно заметно у самцов лососей, у которых от чешуи после нереста может остаться лишь треугольник [38].

В случае, если лосось не погибает после миграции и нереста, край чешуи восстанавливается, ее форма снова становится округлой, но в месте разрушения, остается заметное кольцо - нерестовая марка [38].

Одним из самых важных признаков нерестовой марки является наличие разрыва склеритов и отсутствие их продолжения за ее пределами по каудальному краю чешуйной пластины [92].

Для определения нерестовых изменений по анатомическим и морфологическим изменениям руководствуются внешними признаками, сопутствующими в период нереста: брачным нарядом, изменением формы черепа, изменением пропорции головы к телу, изменениями органолептических и химических показателей мяса рыбы, а также изменениями в структуре чешуи [161].

Что касается чешуи, а именно участка тела, с которого берется образец, то предпочтение оказывается у зоны, в которой наиболее вероятно покров чешуи сохраняется после нереста и образуется первым в раннем онтогенезе.

Соответственно, для лососевых рыб наиболее предпочтительной является чешуя, расположенная в первых трех рядах над боковой линией, между вертикалями (задний край основания спинного плавника и передний край основания анального плавника). Формирование нерестовых колец на чешуе происходит как у самцов, так и самок лосося: до миграции отсутствуют разрушения, а в начале нереста наблюдаются разрушения каудального, дорсального и вентрального полей, после нереста видны

сильные разрушения чешуйной пластины, при повторном заходе на нерест всегда четко видны сформированные марки [44, с. 44].

При определении возрастной принадлежности рыбы по чешуе лососевых рыб, в обязательном порядке производили отбор проб и исследование чешуи, расположенной в первых трех рядах над боковой линией, между вертикалями (задний край основания спинного плавника и передний край основания анального плавника), что соответствует методике определения возрастной принадлежности рыбы по чешуе [56; 92].

Полученные результаты проведенных исследований обрабатывали с использованием прикладных программ SNEDECOR, Microsoft Excel, а также методом вариационной статистики с вычислением средних арифметических значений коэффициента корреляции.

Достоверность различий определяли по общепринятым методикам Фишера-Стьюдента, достоверности различий между выборками по критерию Стьюдента в Microsoft Office Excel - пакет «Анализ данных» ( $p < 0,05$ ).

## 2.2. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.2.1 Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы

#### 2.2.1.1 Физические показатели рыбы

Определение физических показателей проводили согласно ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей».

Результаты исследований представлены в таблице 6 и в таблице 7.

Согласно ГОСТ 1368-2003 Рыба. Длина и масса, атлантический лосось (семга) потрошеная и форель радужная по массе и длине не подразделяются.

Таблица 6 - Физические показатели образцов лосося атлантического *Salmo salar L.*

№ образца,	Температура, °C	Длина, см	Масса, кг
№ 1.	+ 0,2	57,1	1,71
№ 2.	+ 0,5	57,2	1,89
№ 3.	+ 0,3	57,0	1,92
№ 4.	+ 2,0	57,5	1,89
№ 5.	- 0,9	56,3	1,75
№ 6.	+ 0,5	57,4	2,27
№ 7.	- 0,8	57,9	2,03
№ 8.	- 0,9	57,3	2,15
№ 9.	+ 1,3	58,0	2,75
№ 10.	- 1,0	57,0	1,95
Среднее значение:	+ 0,28 ±0,74	57,27 ± 1,535	2,031 ± 0,096

По результатам исследования можно судить о массе и длине атлантического лосося, реализуемого на продовольственных рынках и торгово-розничных магазинах.

Средняя температура образцов атлантического лосося при исследовании составляла  $+0,28 \pm 0,74$  °C, средняя длина  $57,27 \pm 1,535$  см, и средняя масса  $2,031 \pm 0,096$  кг.

Таблица 7 - Физические показатели радужной форели *Oncorhynchus mykiss*

№ образца, наименование продукта	Температура, °C	Длина, см	Масса, кг
№ 11	- 0,7	41,7	1,16
№ 12	- 0,2	40,9	1,28
№ 13	+ 0,1	39,2	1,15
№ 14	- 0,5	42,1	0,95
№ 15	+ 0,9	41,9	0,97
№ 16	+ 1,5	39,9	0,85
№ 17	- 0,4	40,1	1,21
№ 18	- 0,1	42,3	1,05
№ 19	+ 2,0	41,2	1,03
№ 20	- 0,2	41,5	1,26
№ 21	- 0,2	43,1	1,19
№ 22	+ 0,1	41,3	1,09
№ 23	+ 2,1	42,0	1,11
Среднее значение:	$+ 0,4 \pm 0,26$	$41,29 \pm 3,037$	$1,1 \pm 0,035$

По результатам исследования образцов радужной форели, представленных в таблице 7, можно сказать, что средняя температура в толще рыбы составляет  $+0,4 \pm 0,26$  °C, средняя длина -  $41,29 \pm 3,037$  см. Если говорить о массе, то ее среднее значение составляет  $1,1 \pm 0,035$  кг.

Таким образом, температура в толще рыбы: атлантический лосось и радужная форель, колебалась незначительно, что свидетельствует о тождественности условий эксперимента, при этом, разница массы и длины рыбы не влияют на достоверность полученных результатов.

### 2.2.1.2 Органолептическая оценка качества рыбы

Определение органолептических показателей проводили в соответствии с требованиями «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры от 2009 года» «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков от 16 июня 1988 г.», а также ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [6; 7; 12].

Данные исследования приведены в таблице 8.

По результатам исследования можно судить о внешнем виде рыбы. Поверхностная слизь прозрачная, без примесей крови и постороннего запаха. Чешуя блестящая, с перламутровым отливом, плотно прилегала к телу рыбы. Опухоли на теле отсутствовали. Кожа имела упругую консистенцию, с соответствующим данному виду рыбы цвету.

Плавники цельные, естественной окраски, у некоторых образцов радужной форели *Oncorhynchus mykiss*, плавники имели надломы. Жабры у образцов атлантического лосося имели красную окраску, у некоторых присутствовали бурые пятна, что говорило о начальной стадии порчи, у образцов радужной форели жабры имели темно-красный цвет. Жаберные крышки плотно закрывали жаберную щель.

Глаза выпуклые, роговая оболочка прозрачная, но среди образцов *Salmo salar* L. наблюдалось помутнение, а также присутствовали кровоизлияния в передней камере глаза.

Брюшко у образцов было не вздуто, характерной для данных видов рыбы формы. Аналльное отверстие было плотно закрыто, слизь и истечения отсутствовали.

Мышечная ткань на разрезе была упругой консистенции, плотно прилегала к костям и имела цвет характерный для этих видов рыб. Внутренние органы были хорошо различимы, их структура осталась не измененной, кишечник не вздут.

Таблица 8 - Органолептические показатели качества рыбы

Наименование показателя	Образцы атлантического лосося <i>Salmo salar L.</i>	Образцы радужной форели <i>Oncorhynchus mykiss</i>
Внешний вид		
Чешуя	Блестящая, с перламутровым отливом, плотно прилегала к телу	Блестящая, с перламутровым отливом, плотно прилегала к телу
Поверхностная слизь	Прозрачная, без примесей крови и постороннего запаха	Прозрачная, без примесей крови и постороннего запаха
Наличие опухолей на теле	отсутствуют	отсутствуют
Состояние кожи	Упругая, плотно прилегала к тушке, цвет соответствовала данному виду рыбы	Упругая, плотно прилегала к тушке, цвет соответствовала данному виду рыбы
Состояние плавников	Цельные, естественной окраски	Цельные, у некоторых образцов надломаны
Состояние жабр	Красные, у некоторых образцов присутствуют бурые пятна	Темно красные
Состояние жаберных крышек	Плотно закрывали жаберную щель	Плотно закрывали жаберную щель

Продолжение таблицы 8.

Наименование показателя	Образцы атлантического лосося <i>Salmo salar L.</i>	Образцы радужной форели <i>Oncorhynchus mykiss</i>
Внешний вид		
Состояние глаз	Выпуклые, роговая оболочка прозрачная (у некоторых образцов наблюдалось помутнение и отдельные кровоизлияния в передней камере)	Выпуклые, роговая оболочка прозрачная
Состояние брюшка	Не вздуто, форма характерна для данного вида	Не вздуто, форма характерна для данного вида
Анальное отверстие	Плотно закрыто, истечения слизи не наблюдалось	Плотно закрыто, истечения слизи не наблюдалось
Состояние мышечной ткани	На разрезе упругая, к костям прилегала плотно, цвет характерный для данного вида	На разрезе упругая, к костям прилегала плотно, цвет характерный для данного вида
Состояние внутренних органов	Хорошо различимы, окраска и структура естественная, кишечник не вздут	Хорошо различимы, окраска и структура естественная, кишечник не вздут
Цвет		
На поперечном разрезе в мясистой части тела	Характерный для данного вида	Характерный для данного вида

Продолжение таблицы 8.

Наименование показателя	Образцы атлантического лосося <i>Salmo salar L.</i>	Образцы радужной форели <i>Oncorhynchus mykiss</i>
Другие показатели		
Наполненность желудка	0-1	0-1
Наличие посторонних примесей	Отсутствуют	Отсутствуют
Консистенция	Упругая	Упругая
Запах	Специфический (приятный рыбный)	Специфический (приятный рыбный)
Пробная варка	Бульон прозрачный, на поверхности присутствовали большие блестки жира, запах специфический (приятный), мышечные пучки хорошо разделялись	Бульон прозрачный, на поверхности присутствовали большие блестки жира, запах специфический (приятный), мышечные пучки хорошо разделялись
Вкус	Специфический (приятный рыбный)	Специфический (приятный рыбный)

Цвет мышц на поперечном разрезе в мясистой части тела был характерным для данных видов рыбы.

Наполненность желудка составляла 0-1 балл. Это означало, что желудок (если рыба была не потрошеной), был либо пуст, либо наполнен пищей менее, чем на половину от его объема.

Консистенция образцов рыбы была упругая, запах был специфический приятный, рыбный.

При проведении пробной варки бульон был прозрачным, на поверхности присутствовали большие блестки жира, запах был приятным специфическим, мышечные пучки хорошо отделялись друг от друга.

Вкус образцов был приятным рыбным, без посторонних привкусов.

Исходя из результатов органолептических исследований, можно говорить о свежести образцов рыбы.

### **2.2.1.3 Результаты лабораторных методов исследования**

Лабораторные методы исследований используют для более точного определения качества и безопасности рыбы, как продукта питания. Результаты лабораторных исследований образцов представлены в таблице 9.

При исследовании мазков-отпечатков с поверхностных, а также с глубоких слоев мышц встречались единичные палочки и кокки, не превышающие допустимые значения для свежей рыбы. Окрашивание мазков было плохое, разложившаяся ткань на стеклах отсутствовала, но в некоторых мазках-отпечатках образцов радужной форели присутствовало ее незначительное количество.

При проведении реакции на аммиак, а также на сероводород, результаты исследования были отрицательными.

pH (концентрация водородных ионов) не превышала норму и соответствовала значению  $6,9 \pm 0,1$ .

Таблица 9 - Результаты лабораторных исследований

Наименование показателя	Образцы атлантического лосося <i>Salmo salar L.</i>	Образцы радужной форели <i>Oncorhynchus mykiss</i>
Бактериоскопия		
Количество м/о в 1 поле зрения	Единичные палочки и кокки	Единичные палочки и кокки
Качество окрашивания	Плохое	Плохое
Наличие разложившейся ткани на стекле	Отсутствовали	Отсутствовали, в некоторых образцах присутствовало незначительное количество
Реакция на аммиак	«-» реакция отрицательная	«-» реакция отрицательная
Концентрация водородных ионов (рН)	$6,9 \pm 0,1$	$6,9 \pm 0,1$
Реакция на сероводород	«-» отрицательная	«-» отрицательная
Продукты первичного распада белков в бульоне	Бульон слегка мутнел	Бульон слегка мутнел
Реакция на пероксидазу	Синяя окраска, которая в течение 1-2 минут переходила в коричневую	Синяя окраска, которая в течение 1-2 минут переходила в коричневую
Редуктазная проба	обесцвечивания составляло от 2,5 до 5 часов	обесцвечивания составляло от 2,5 до 5 часов

При проведении исследования на определение продуктов первичного распада в белке - бульон был слегка мутным, что говорит о свежести образцов.

При проведении реакции на пероксидазу, окраска вытяжки из жаберной ткани становилась синей, которая затем в течение 1-2 минут переходила в коричневую.

Обесцвечивание экстракта при проведении редуктазной пробы колебалось от 2,5 до 5 часов, что означает наличие микробов в концентрации до  $10^3$  в 1 грамме мышечной ткани.

### **2.2.2 Результаты исследования рыбы на наличие паразитов (паразитарная чистота)**

При исследовании образцов рыбы на наличие возбудителей гельминтозных заболеваний человека руководствовались ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [1], ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [2], ГОСТ Р 54378-2011 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения жизнеспособности личинок гельминтов» [11], МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» [4], МУК 3.2.2601-10 «Профилактика описторхоза» [8], МУК 4.2.2661-10 «Методы санитарно-паразитологических исследований» [3], СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» (с изменениями на 29 декабря 2015 года) [9].

После открытия доступа к полости тела, полость тела, внутренние органы, а также серозные оболочки были исследованы на наличие личинок нематод, цестод и скребней, видимых невооруженным глазом (рисунок 19).

Икру и молоки, мышцы плавников, а также жировую ткань после извлечения в чашки Петри (рисунок 20) исследовали компрессионным способом.

Почки, селезенку, печень, поджелудочную железу, а также плавники

исследовали при помощи МБС с увеличением 16-48 раз.

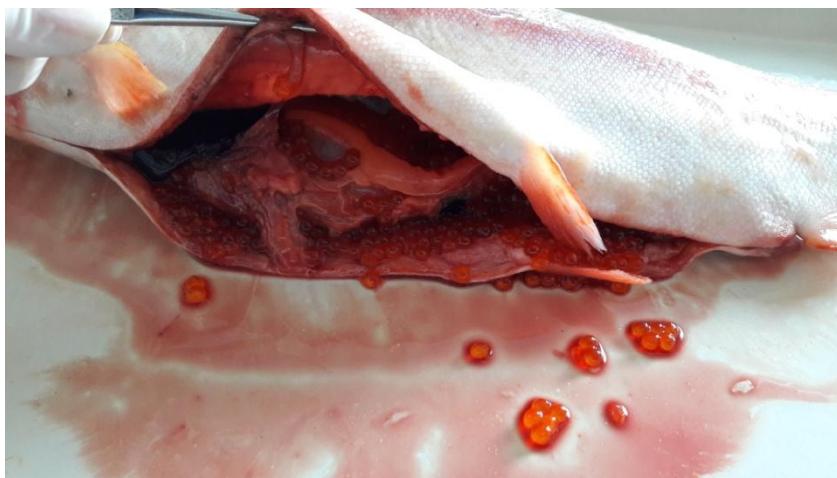


Рис. 19. Исследование внутренних органов, серозных оболочек на наличие личинок гельминтов, видимых невооруженным глазом.

Для исследования жабр жаберную крышку удалили, вырезали ножницами жаберные дуги. Последние поместили в чашку

Петри, смочили водой и просматривали под бинокуляром жаберные лепестки. Для лучшего изучения, жаберные лепестки отрезали от дуги и также изучали на наличие гельминтов.

Мускулатуру рыбы исследовали методами: параллельных разрезов на наличие нематод, цестод и скребней; компрессионным методом; а также методом переваривания в искусственном желудочном соке.

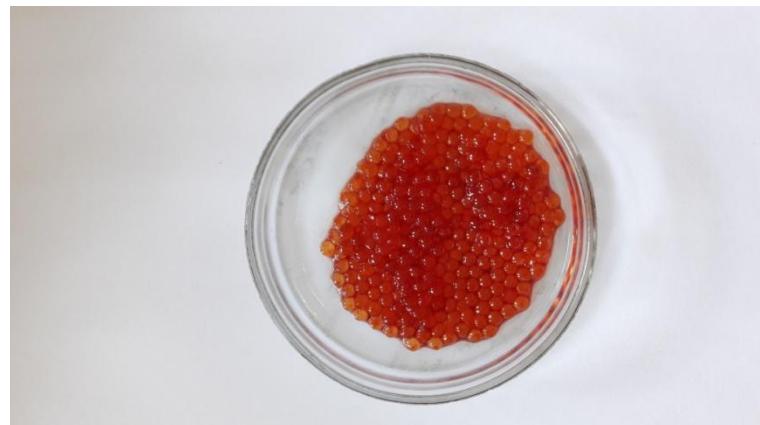


Рис. 20. Икра рыбы извлеченная в чашку Петри.

При исследовании образцов рыбы личинок гельминтов, опасных для человека обнаружено не было, что говорит о безопасности рыбы по зооатропонозным гельминтозам. Рыба, соответствующая предъявленным образцам продукции не представляет опасности для человека.

### 2.2.3 Анализ нормативных документов по безопасности рыбы

Исследование рыбы на наличие возбудителей гельминтозных заболеваний проводилось в соответствии с ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [1], ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [2], ГОСТ Р 54378—2011 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения жизнеспособности личинок гельминтов» [11], МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» [4], МУ 3.2.2601-10 «Профилактика описторхоза» [8], МУК 4.2.2661-10 «Методы санитарно-паразитологических исследований» [3], СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» (с изменениями на 29 декабря 2015 года) [9], «Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков» [7], Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры [6].

При анализе нормативных документов установлено, что пресноводную рыбу, вне зависимости от степени заражения гельминтами, следует считать условно годной. Использование такой рыбы допускается только после соответствующей обработке (посол, замораживание, воздействие высоких температур). Способы обезвреживания пресноводной рыбы представлены в таблице 10.

Реализация необезвреженной рыбы в свежем либо охлажденном виде запрещена.

В случаях, когда обезвреживание рыбы невозможно, ее утилизируют или уничтожают.

При обнаружении в рыбе личинок нематод, обеззараживание проводят термической обработкой низкими температурами от -30 °С до -18 °С.

При обнаружении личинок нематод, рыбу подвергают замораживанию при соответствующей температуре в течение определенного периода, а также подвергать обработке высокими температурами для обеззараживания продукции.

Таблица 10 - Способы обезвреживания пресноводной рыбы семейства лососевых

Личинки в живом виде:		Пресноводная рыба сем. лососевых		
		Паразитологические показатели и допустимые уровни содержания	Замораживание	Термическая обработка высокими температурами
трематод	нанофиетусов	н/д	-	Жарка кусками с массой не более 100 г. Мелкие куски жарят более 25 мин при температуре 200-230°C. Варят небольшую рыбу и куски не менее 20 мин после закипания.
	росикотремов	н/д		-
цестод	диффилоботриумов	н/д	При температуре -18°C более 48 ч; при -12°C более 6 суток.	При поражении личинками диффилоботриид рыбу обрабатывают смешанным крепким, средним и слабым посолом до содержания соли в мясе рыбы: крепкосоленой выше 14%, среднесоленой - 10-14% (при плотности тузлука 1,18-1,2 в течение 14 суток и слабосоленой - 8% (при плотности тузлука 1,2) в течение 14 суток.

Продолжение таблицы 10.

Личинки в живом виде:		Пресноводная рыба сем. лососевых		
		Паразитологические показатели и допустимые уровни содержания	Способы обезвреживания	
			Замораживание	Термическая обработка высокими температурами
нематод	анизакисов	н/д	При температуре - 18°C 14 суток; при - 20°C 24 ч с последующим хранением при -18°C в течение 7 суток; при -30°C 10 минут с последующим хранением при температуре ниже - 12°C в течение 7 суток.	
	контрацеукумов	-		

При обнаружении во время паразитологического исследования рыбы одной или более жизнеспособных личинок гельминтов, рыба подлежит обеззараживанию одним из способов: посолом, замораживанием, либо термической обработкой при высоких температурах.

Не обеззараженная продукция к реализации не допускается.

Способы обеззараживания проходной и морской рыбы семейства лососевых представлены в таблице 11.

Что касается трематод, то режимы замораживания не гарантируют ее обеззараживания, это связано в первую очередь с устойчивостью данных гельминтов к низким температурам, а посол не используется в качестве способа обеззараживания рыбы от личинок трематод, вследствие этого термическая обработка высокими температурами является наиболее эффективным и используемым способом.

Дальневосточных лососей обеззараживают от личинок дифиллоботриид путем посола, при достижении массовой доли соли в спинке рыбы 5 %.

Для обеззараживания рыбы от личинок нематод и скребней наиболее эффективным способом является замораживание продукции при соответствующих режимах.

Разработанные режимы обеззараживания гарантируют безопасность и безвредность рыбы для человека.

Из трех разработанных способ обезвреживания рыбы чаще всего используют замораживание, поскольку впоследствии рыбу можно хранить и диапазон промышленной переработки рыбы не уменьшается. При этом, на вкусовых и питательных свойствах рыбы процесс замораживания не отражается и существенных потерь питательных веществ рыбы, за исключением отдельной группы витамина С, не происходит. Характерно, что и технологические параметры для последующей переработки рыбы также не страдают.

Таблица 11 - Способы обезвреживания проходной и морской рыбы семейства лососевых

Личинки в живом виде:		Проходная и морская рыба семейства лососевых							
		Паразитологические показатели и допустимые уровни содержания				Способы обезвреживания			
		проходные		морские		Замораживание	Термическая обработка высокими температурами	Посол	
		Лососи	Дальневосточные лососи	Проходные лососи Баренцева моря	Лососи Тихого океана				
1		2	3	4	5	6	7	8	
трематод	нанофиетусов	-	н/д	-	н/д	При температуре -28 °C 32 ч; при -35 °C 14 ч; при -40 °C 7 ч.	Варится: порционными кусками более 20 минут с момента закипания; жарится порционными кусками в жире не менее 15 минут. Куски рыбы весом не более 100 г жарятся более 20 минут.	Крепким посолом: тузлук плотностью 1,20; t +2-4 °C; в течение 14 суток; с массовой долей соли в рыбе более 14%.	
	росикотремов	-	-	-	н/д				
цестод	Диффилоботриумов	н/д	н/д	н/д	н/д	При температуре -12 °C 60 ч; при - 20 °C 36 ч; при -27 °C 7 ч; при - 30 °C 6 ч.			

## Продолжение таблицы 11.

1	2	3	4	5	6	7	8
						Мелкая рыба жарится целиком в течение 15-20 минут.	Средним посолом: тузлук плотностью 1,18; $t +2-4^{\circ}\text{C}$ ; в течение 14 суток; с массовой долей соли в рыбе 10-14%. Слабым посолом: тузлук плотностью 1,16; $t +2-4^{\circ}\text{C}$ ; в течение 14 суток; с массовой долей соли в рыбе 8%.*
нematод	анизакисов	н/д	н/д	н/д	н/д	При температуре $-18^{\circ}\text{C}$ 14 суток; при $-20^{\circ}\text{C}$ 24 ч с последующим хранением при $-18^{\circ}\text{C}$ в течение 7 суток; при $-30^{\circ}\text{C}$ 10 минут с последующим хранением при температуре ниже $-12^{\circ}\text{C}$ в течение 7 суток.	-
	контрацекумов	-	н/д	-	н/д		
скребней	болбозом	-	н/д	-	н/д		-
	корниозом	-	н/д	-	н/д		-

\*Дальневост. лососи обеззараживаются от личинок дифиллоботриид посолом при достижении массовой доли соли в 5%

## 2.2.4 Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы при подозрении на фальсификацию

### 2.2.4.1 Определение видовой принадлежности рыбы по анатомическим и морфологическим особенностям

Для определения видовой принадлежности использовали атласы-определители и различные печатные издания, в которых указаны анатомические и морфологические особенности [17; 25; 26; 27; 36; 41; 46; 58; 62; 68; 76; 80; 87; 88; 89; 90; 93; 100; 101; 103; 104; 120; 121; 125; 126; 139; 145; 156; 172; 179; 184; 185; 189; 191; 192].

Для определения видовой принадлежности образцов рыбы обращали внимание на форму тела и головы, строение ротового аппарата, количество жаберных тычинок, боковую линию и количество чешуй на ней, а также плавники: их расположение, парность, строение, количество лучей.

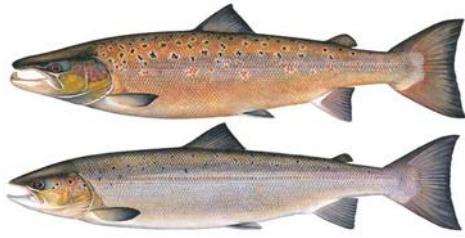
Сравнение анатомических и морфологических особенностей *Salmo* *salar* L. с образцами представлено в таблице 12.

По результатам сравнения с атласами-определителями можно судить о принадлежности образцов к отряду лососеобразных *Salmoniformes*, семейству лососевых *Salmonidae*, подсемейству лососевых *Salmoninae*, роду настоящих (благородных) лососей *Salmo*, виду атлантический лосось *Salmo* *salar* Linnaeus, 1758.

Сравнение анатомических и морфологических особенностей *Oncorhynchus mykiss* с образцами представлено в таблице 13.

По результатам сравнения с атласами-определителями можно судить о принадлежности образцов к отряду лососеобразных *Salmoniformes*, семейству лососевых *Salmonidae*, подсемейству лососевых *Salmoninae*, роду тихоокеанских (дальневосточных) форелей *Parasalmo*, виду *Parasalmo* (= *Oncorhynchus*) *mykiss* Walbaum, 1792.

Таблица 12 - Определение видовой принадлежности образцов атлантического лосося *Salmo salar* L.

Показатель	Отпределитель <i>Salmo salar</i> L.	Образец рыбы <i>Salmo salar</i> L.
	  Рис. 21. Отпределитель <i>Salmo salar</i> L., А.В. Долгов (2011) [58, с. 67].	 Рис. 22. Образец рыбы.
Форма тела	Веретенообразная	Веретенообразная
Форма головы	Заостренная	Заостренная
Положение рта	Полунижний	Полунижний
На теле выше боковой линии присутствуют X-образные пятна		
Масса тела	до 36 кг	$2,031 \pm 0,096$ кг
Длина	40-100 см	$57,27 \pm 1,535$ см

Продолжение таблицы 12.

Показатель	Отпределитель <i>Salmo salar L.</i>	Образец рыбы <i>Salmo salar L.</i>
Хвостовой стебель	узкий	узкий
Передние лучи анального плавника в прижатом к телу виде не заходят за конец последнего луча плавника		
У хвостового плавника имеется небольшая выемка		
Верхнечелюстная кость доходит до заднего края глаза, но за него не заходит		
Количество лучей в спинном плавнике	9-12	$10 \pm 1$
Формула плавников	D III-V 9-12, A III-IV 7-10, V I-II 7-8, P 10-11	D III-V 9-11, A III-IV 8-9, V I-II 7-8, P 11
Число чешуй в боковой линии	116-130	$119 \pm 0,97$
Число рядов чешуй от боковой линии до конца жирового плавника	11-15	$12,2 \pm 0,29$
Количество жаберных тычинок	17-24	$18 \pm 0,84$
Количество позвонков	59-60	60

Таблица 13 - Определение видовой принадлежности образцов тихоокеанских форелей *Parasalmo* (= *Oncorhynchus*) *mykiss* Walbaum

Показатель	Определитель <i>Parasalmo</i> (= <i>Oncorhynchus</i> ) <i>mykiss</i> Walbaum	Образец <i>Parasalmo</i> (= <i>Oncorhynchus</i> ) <i>mykiss</i> Walbaum
	 <p>Рис. 23. Определитель <i>Parasalmo</i> (= <i>Oncorhynchus</i>) <i>mykiss</i> Walbaum, А.В. Долгов (2011) [58, с.65].</p>	 <p>Рис. 24. Образец рыбы.</p>
Форма тела	Удлиненная, веретенообразная	Удлиненная, веретенообразная
Форма головы	Заостренная	Заостренная
Положение рта	Полунижний	Полунижний
На теле и плавниках (включая жировой и хвостовой) имеются многочисленные пятна		

Продолжение таблицы 13.

Показатель	Определитель <i>Parasalmo</i> (= <i>Oncorhynchus</i> ) <i>mykiss</i> Walbaum	Образец <i>Parasalmo</i> (= <i>Oncorhynchus</i> ) <i>mykiss</i> Walbaum
Масса тела	до 9-10 кг	$1,1 \pm 0,035$ кг
Длина	80 см	$41,29 \pm 3,037$ см
Верхняя челюсть заходит за край глаза		
Количество лучей в спинном плавнике	9-12	$10 \pm 1$
Формула плавников	D III-IV 9-12; A III-IV 8-10; P I 1-14; V I 8-10	D III-IV 9-11; A III-IV 9-10; P I 1-14; V I 8-9
Число чешуй в боковой линии	110-144	$132 \pm 1,05$
Количество жаберных тычинок	16-18	$17 \pm 0,5$
Количество позвонков	60-65	$62 \pm 0,23$

#### 2.2.4.2 Определение возрастной категории рыбы по чешуе

Для определения возрастной принадлежности образцов рыбы использовали метод микроскопией на Электронном микроскопе МС-3 (USB-2.0) № XC1272. Для этого использовали методы, описанные в литературе [38; 56; 66; 68; 67; 92; 111; 152].

Чешую для исследования отбирали из участка на теле рыбы расположенным между вертикалями заднего края основания спинного плавника и переднего края основания анального плавника в первых трех рядах над боковой линией.

Для исследования использовали чешую из первых трех рядов расположенных над боковой линией.

Место взятия проб указано на рисунке 25.



Рис. 25. Участок взятия пробы чешуи для исследования.

На чешуе всех образцов атлантического лосося присутствуют три годовых кольца и зона роста.

При исследовании образцов чешуи *Oncorhynchus mykiss* и *Salmo salar* L. были обнаружены три годовые кольца, видимых на рисунке 26, 27.

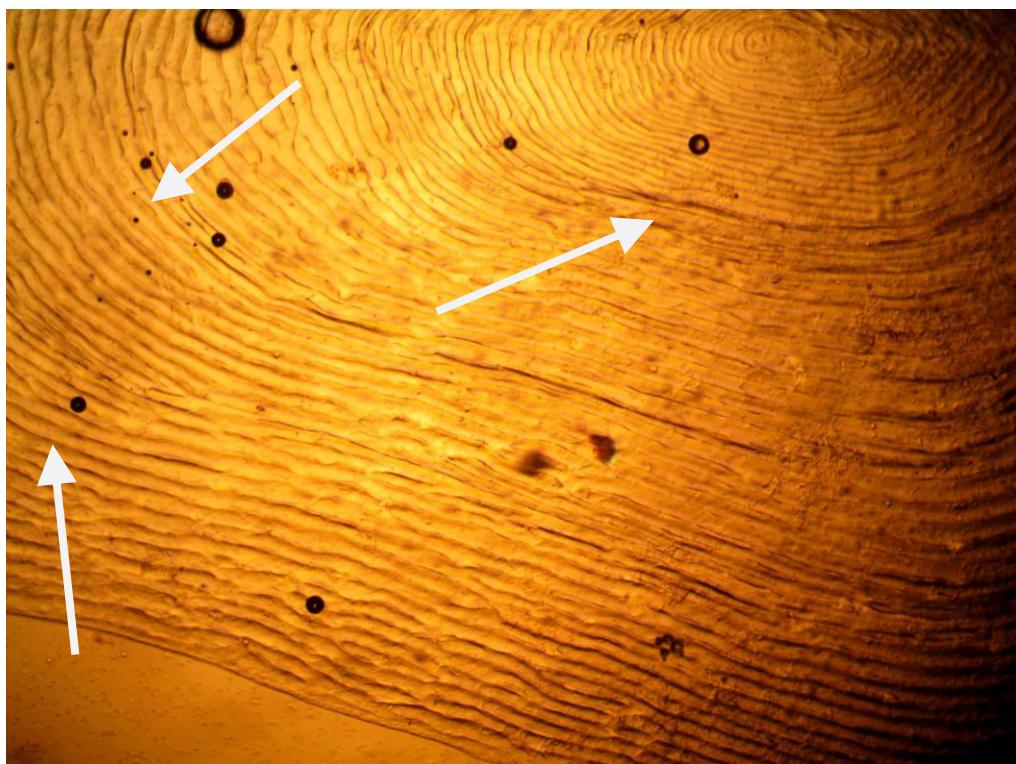


Рис. 26. Чешуя *Salmo salar* L. Увеличение х4.  
Стрелками указаны годовые кольца.



Рис. 27. Чешуя *Oncorhynchus mykiss* Увеличение х4.  
Стрелками указаны годовые кольца.

### 2.2.4.3 Определение видовой принадлежности рыбы по чешуе

#### 2.2.4.3.1 Определение участка отбора проб у радужной форели

Определение видовой принадлежности рыбы по чешуе проводилось по усовершенствованной методике, за основы были взяты методики описанные авторами [38; 56; 66; 67; 68; 92; 152].

Для определения видовой принадлежности рыбы по чешуе необходимо определить место отбора проб. Чешуя должна быть целая, без видимых повреждения, без резорбции. Для определения места отбора проб на исследование, сравнивали чешуи, взятые с разных мест одной рыбы.

Участки чешуйного покрова из которых были взяты пробы чешуй для сравнительного анализа представлены на рисунке 28.

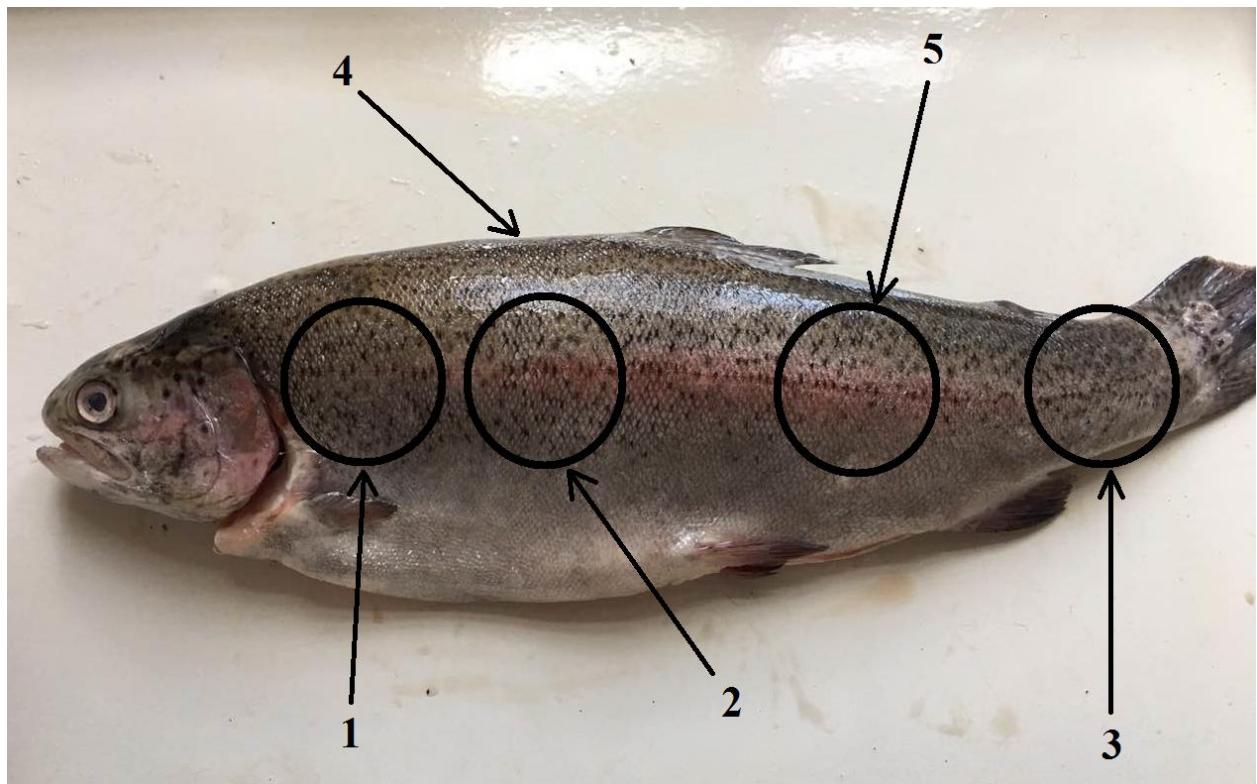


Рис. 28. Участки чешуйного покрова рыбы, из которых отбирали пробы на исследование:

- 1 - за жаберной крышкой
- 2 - на вертикали наибольшей высоты рыбы
- 3 - в середине хвостового стебля
- 4 - со стороны спины между головой и спинным плавником
- 5 - между вертикалями заднего края основания спинного плавника и передним краем основания анального плавника.

Для определения наилучшего участка отбора проб чешуи изучали показатели:  $H$  - наибольший поперечный диаметр чешуи, мм;  $D$  -

наибольший продольный диаметр чешуи, мм, F-показатель формы чешуи; J - относительный размер чешуи, %; ad - длина рыбы (до конца средних лучей хвостового плавника), мм. Для этого использовали формулу 4 и формулу 6.

Для сравнительного анализа использовали выборку в 15 чешуй с каждого участка рыбы (рисунок 28), в направлении от головы к хвосту по одному ряду (1-3 ряд над боковой линией). Участки № 1, 2, 3, 5 расположены на уровне продольной оси рыбы, участок № 4 расположен на спине, между головой рыбы и началом спинного плавника. В качестве контроля использовали участок №5. Результаты измерений и показателей H, мм и D, мм представлены в таблице 14 и таблице 15.

Измерение показателя H, мм и D, мм проводили в соответствии со схемой «Форма измерения чешуи» (рисунок 16).

Результаты измерения наибольшего поперечного диаметра чешуи на участках тела радужной форели были разными, среднее значение в порядке увеличения составляло: самое малое среднее значение показателя  $2,30 \pm 0,020$  мм на участке № 4; на участке № 1 среднее значение показателя соответствовало  $2,36 \pm 0,019$  мм;  $2,74 \pm 0,021$  мм на участке № 3;  $2,78 \pm 0,010$  мм на участке № 5; чешуя, имевшая наибольший показатель H, мм находилась на участке № 2, ее среднее значение соответствует  $2,93 \pm 0,024$  мм.

Результаты измерения наибольшего продольного диаметра чешуи форели также имели отличия: его наибольшее среднее значение принадлежало образцам, отобранным с участка тела № 5, и соответствовало  $3,92 \pm 0,012$  мм; на участке № 2 показатель соответствовал значению  $3,62 \pm 0,021$  мм; на участке тела № 3 -  $3,29 \pm 0,020$  мм; далее  $2,78 \pm 0,021$  мм на участке № 1 и самое малое значение принадлежит чешуе с участка тела № 4 -  $2,74 \pm 0,021$  мм.

Таблица 14 - Наибольший поперечный диаметр чешуи форели, взятой с участков 1, 2, 3, 4, 5

Образец №	Среднее значение показателя Н, мм чешуи форели номер участка тела				
	1	2	3	4	5
1	1,79±0,015	2,49±0,022	2,13±0,018	2,08±0,017	2,58±0,011
2	2,09±0,017	2,52±0,024	2,17±0,024	2,09±0,022	2,61±0,011
3	2,11±0,018	2,69±0,023	2,27±0,023	2,15±0,018	2,62±0,009
4	2,17±0,017	2,79±0,019	2,73±0,019	2,17±0,017	2,67±0,011
5	2,17±0,018	2,88±0,024	2,76±0,019	2,18±0,019	2,69±0,012
6	2,21±0,019	2,89±0,025	2,78±0,023	2,23±0,023	2,69±0,010
7	2,29±0,019	2,93±0,023	2,79±0,022	2,26±0,021	2,73±0,008
8	2,39±0,021	3,01±0,025	2,81±0,021	2,28±0,018	2,76±0,013
9	2,41±0,019	3,02±0,026	2,88±0,018	2,29±0,022	2,78±0,012
10	2,46±0,021	3,05±0,023	2,91±0,020	2,31±0,025	2,81±0,009
11	2,56±0,022	3,09±0,022	2,95±0,022	2,36±0,021	2,86±0,007
12	2,59±0,021	3,10±0,024	2,96±0,025	2,34±0,018	2,91±0,011
13	2,68±0,019	3,12±0,021	2,99±0,019	2,39±0,019	2,93±0,011
14	2,68±0,023	3,15±0,025	3,01±0,021	2,43±0,021	2,96±0,009
15	2,72±0,022	3,18±0,027	3,02±0,018	2,91±0,017	3,01±0,011
Среднее значение	2,36±0,019	2,93±0,024	2,74±0,021	2,30±0,020	2,78±0,010

**Таблица 15 - Наибольший продольный диаметр чешуи форели, взятой с участков 1, 2, 3, 4, 5**

Образец №	Среднее значение показателя D, мм чешуи форели номер участка тела				
	1	2	3	4	5
1	2,49±0,021	3,26±0,022	2,69±0,019	2,29±0,023	3,77±0,009
2	2,50±0,025	3,39±0,024	2,81±0,021	2,51±0,024	3,79±0,011
3	2,52±0,022	3,40±0,019	2,82±0,018	2,61±0,017	3,80±0,013
4	2,55±0,018	3,43±0,021	3,11±0,018	2,62±0,018	3,82±0,016
5	2,59±0,017	3,51±0,020	3,18±0,021	2,64±0,021	3,84±0,012
6	2,68±0,021	3,52±0,021	3,41±0,022	2,69±0,022	3,85±0,015
7	2,69±0,022	3,54±0,023	3,41±0,021	2,70±0,019	3,87±0,012
8	2,78±0,023	3,64±0,018	3,42±0,021	2,71±0,025	3,91±0,012
9	2,84±0,018	3,70±0,018	3,45±0,019	2,72±0,020	3,93±0,012
10	2,88±0,023	3,74±0,022	3,46±0,024	2,72±0,018	3,95±0,014
11	2,90±0,021	3,75±0,025	3,49±0,018	2,74±0,019	3,99±0,011
12	2,98±0,019	3,78±0,018	3,50±0,017	2,79±0,021	4,01±0,010
13	3,07±0,017	3,82±0,022	3,51±0,023	2,88±0,021	4,04±0,009
14	3,08±0,025	3,84±0,017	3,53±0,019	3,06±0,018	4,07±0,011
15	3,12±0,021	3,93±0,021	3,54±0,024	3,35±0,025	4,10±0,010
Среднее значение	2,78±0,021	3,62±0,021	3,29±0,020	2,74±0,021	3,92±0,012

По данным этих показателей (H, мм и D, мм) вычисляли показатель формы чешуи (F). В качестве контроля использовали чешую, отобранную с участка № 5, так как на нем встречается меньший процент чешуи с резорбцией, а также встречается меньшее количество чешуйных пластин, у которых отсутствуют центральная площадка и склериты в первой годовой зоне [92].

Для вычисления показателя формы чешуи использовали формулу 4. Результаты вычисления показателя F представлены в таблице 16.

По данным расчетов видна разница между чешуями на участках № 1, 2, 3, 4 и на участке № 5, который был выбран в качестве контроля. Чешуя с участка № 5 имела наименьший показатель F, который соответствовал значению  $0,708 \pm 0,010$ . На участках тела № 1, 2, 3, 4, показатель формы чешуи был  $0,847 \pm 0,014$ ,  $0,809 \pm 0,013$ ;  $0,834 \pm 0,012$  и  $0,840 \pm 0,012$  соответственно. Это означает, что форма чешуи на участке отбора проб № 5 более овальная, в отличие от показателей образцов чешуи с участков № 1, 2, 3, 4, у которых показатель F был больше 0,8 и указывал на более круглую форму (рисунок 29, 30).



Рис. 29. Чешуя форели, отобранная с участка № 1.

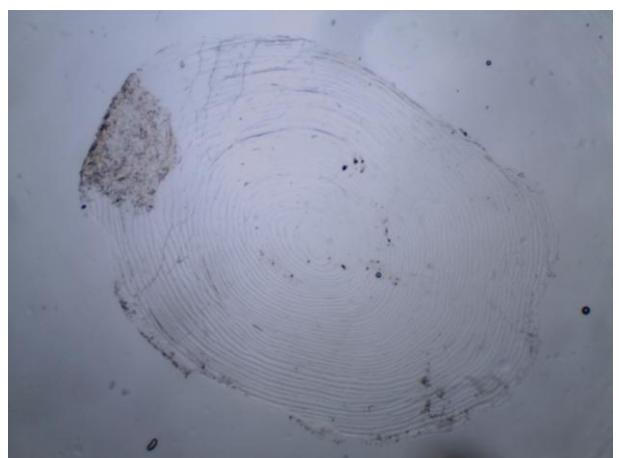


Рис. 30. Чешуя форели, отобранная с участка № 5 (контроль).

Так как отбор проб проводился по одному чешуйному ряду на разных участках рыбы, можно говорить о том, что показатель F в пределах одного участка увеличивается по направлению от головы рыбы к хвосту, о чем

Таблица 16 - Результаты вычисления показателя формы чешуи форели

Образец №	Среднее значение показателя F чешуи форели номер участка тела				
	1	2	3	4	5 (контроль)
1	0,713±0,014	0,743±0,011	0,754±0,013	0,793±0,012	0,685±0,011
2	0,805±0,015	0,763±0,013	0,799±0,014	0,818±0,013	0,689±0,012
3	0,841±0,010	0,786±0,012	0,805±0,011	0,819±0,011	0,690±0,008
4	0,842±0,016	0,790±0,013	0,806±0,015	0,820±0,012	0,692±0,009
5	0,849±0,013	0,798±0,011	0,810±0,010	0,828±0,014	0,696±0,007
6	0,851±0,015	0,809±0,015	0,827±0,012	0,833±0,011	0,699±0,014
7	0,852±0,014	0,816±0,014	0,828±0,013	0,837±0,013	0,705±0,012
8	0,852±0,011	0,820±0,016	0,844±0,009	0,838±0,012	0,706±0,008
9	0,858±0,014	0,823±0,012	0,844±0,015	0,841±0,011	0,711±0,010
10	0,868±0,016	0,823±0,014	0,845±0,014	0,842±0,013	0,715±0,011
11	0,870±0,013	0,825±0,011	0,851±0,016	0,843±0,010	0,723±0,009
12	0,871±0,017	0,825±0,015	0,854±0,011	0,844±0,014	0,724±0,013
13	0,873±0,015	0,828±0,013	0,875±0,012	0,859±0,011	0,725±0,007
14	0,874±0,010	0,834±0,012	0,879±0,013	0,870±0,015	0,727±0,011
15	0,884±0,018	0,848±0,013	0,884±0,010	0,909±0,012	0,732±0,007
Среднее значение	0,847±0,014*	0,809±0,013*	0,834±0,012*	0,840±0,012*	0,708±0,010

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$ .

свидетельствуют данные таблицы 16, характерно, что показатель формы при этом имеет отличия на каждом участке, рисунок 31.

Вычисление показателя относительного размера чешуи производили по формуле 6.

Относительный размер чешуи это ни что иное, как произведение наибольшего размера чешуи и деления 100 (%) на длину рыбы (мм).

Для определения длины рыбы, ее измеряли до конца средних лучей хвостового плавника. При этом, длину рыбы для вычислений переводили в миллиметры.

Полученные значения длины исследуемой рыбы представлены в таблице 7.

Также, для морфометрии использовали показатель  $J, \%$  - относительный размер чешуи.

Результаты вычисления относительного размера чешуи представлены в таблице 17.

По данным проведенного исследования, показатель  $J, \%$  также имел достоверные отличия.

Полученные результаты исследования представлены на рисунке 32, который свидетельствует о том, что наибольшее значение относительного размера чешуи соответствовало  $0,949 \pm 0,014 \%$  на участке № 5 (контроль).

Наименьшее значение соответствовало участку № 4 (со стороны спины, между головой и спинным плавником) и составляло  $0,663 \pm 0,016 \%$ , а также участку № 1 (на передней части рыбы, за жаберными крышками, на уровне продольной оси) и составляло  $0,673 \pm 0,017 \%$ .

На участках № 2 и 3 данный показатель был средним и соответствовал  $0,876 \pm 0,017 \%$  и  $0,796 \pm 0,018 \%$  соответственно.

Таблица 17 - Результаты вычисления показателя относительного размера чешуи форели

Образец №	Среднее значение показателя J, % чешуи форели номер участка тела				
	1	2	3	4	5 (контроль)
1	0,602±0,018	0,789±0,015	0,643±0,018	0,554±0,017	0,914±0,016
2	0,604±0,015	0,820±0,016	0,652±0,017	0,604±0,014	0,918±0,012
3	0,609±0,017	0,823±0,019	0,681±0,021	0,633±0,018	0,921±0,015
4	0,619±0,016	0,830±0,018	0,753±0,017	0,635±0,015	0,926±0,017
5	0,628±0,017	0,849±0,014	0,770±0,020	0,640±0,019	0,930±0,013
6	0,650±0,015	0,851±0,018	0,823±0,016	0,652±0,020	0,933±0,014
7	0,652±0,018	0,856±0,019	0,823±0,015	0,655±0,017	0,938±0,017
8	0,674±0,014	0,882±0,016	0,827±0,018	0,657±0,018	0,947±0,017
9	0,688±0,019	0,897±0,015	0,835±0,014	0,659±0,019	0,952±0,015
10	0,698±0,018	0,906±0,019	0,837±0,017	0,659±0,015	0,957±0,014
11	0,703±0,016	0,909±0,014	0,844±0,019	0,664±0,016	0,966±0,018
12	0,722±0,017	0,916±0,016	0,847±0,016	0,676±0,014	0,971±0,013
13	0,743±0,018	0,926±0,017	0,849±0,018	0,698±0,021	0,978±0,016
14	0,746±0,015	0,930±0,016	0,854±0,019	0,741±0,017	0,986±0,015
15	0,755±0,018	0,952±0,019	0,859±0,021	0,811±0,018	0,993±0,014
Среднее значение	0,673±0,017*	0,876±0,017*	0,796±0,018*	0,663±0,016*	0,949±0,014

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$ .

### Среднее значение показателя F чешуи форели

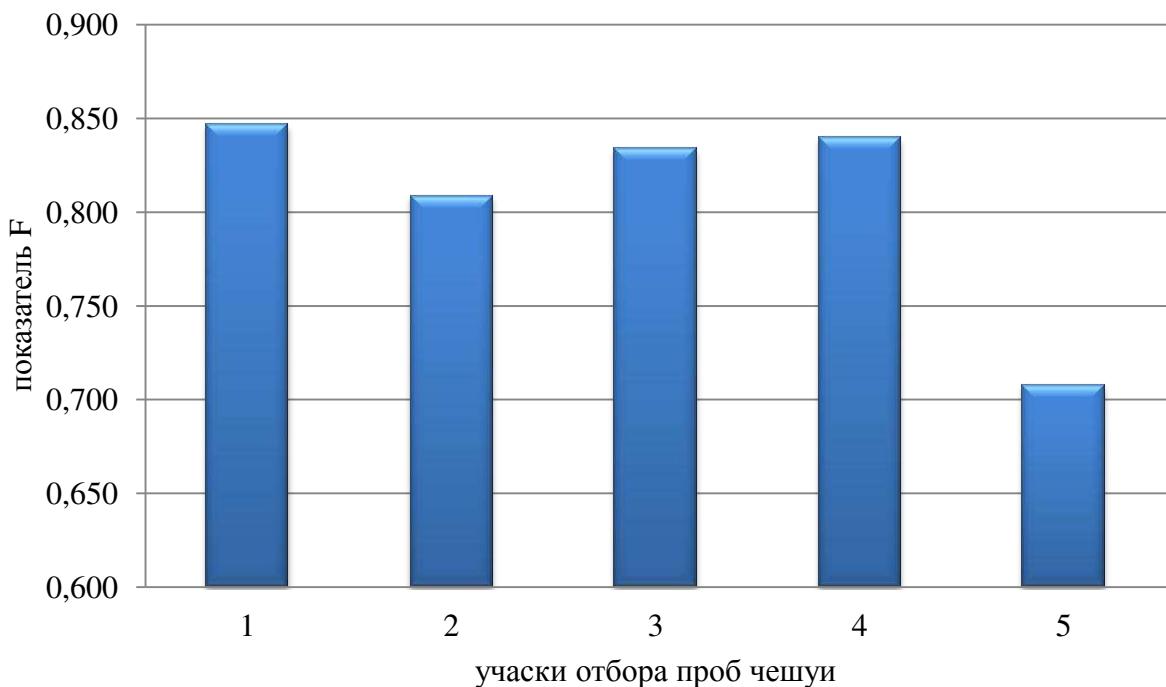


Рис. 31. Средние значение показателя формы чешуи форели.

### Среднее значение показателя J, % чешуи форели

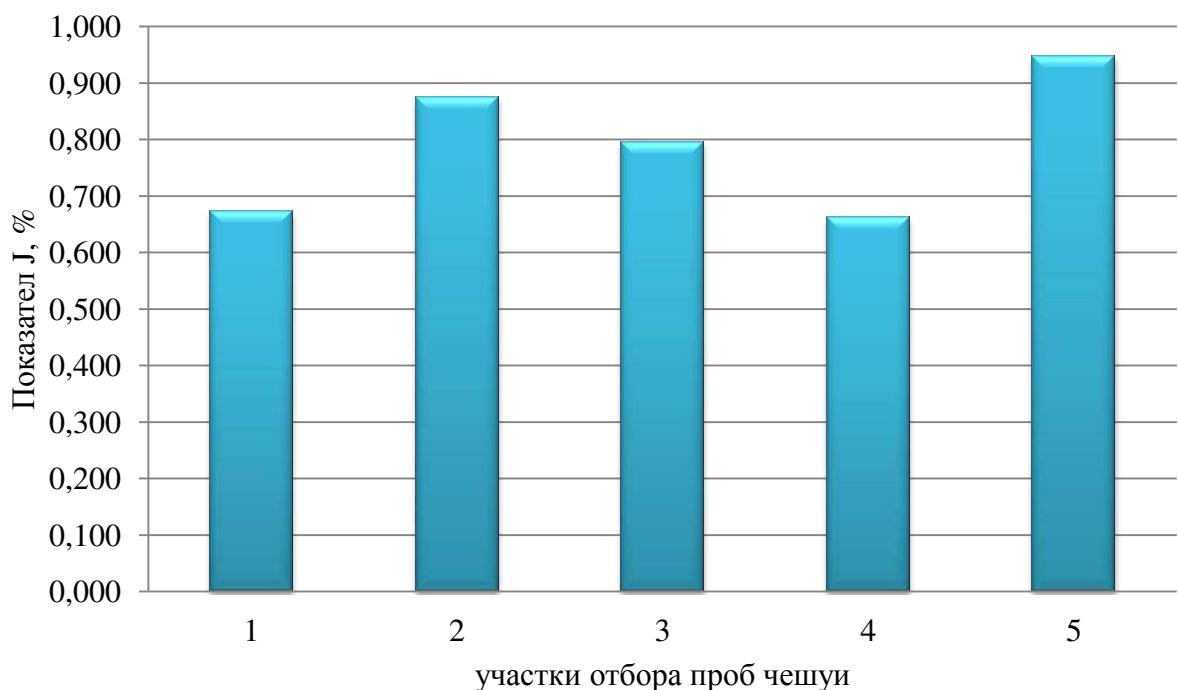


Рис. 32. Средние значение показателя относительного размера чешуи форели.

#### 2.2.4.3.2 Определение участка отбора проб у Атлантического лосося

Определения наилучшего участка отбора проб у Атлантического лосося, проводили аналогично с таковыми у радужной форели, используя показатели:  $H$ , мм - наибольший поперечный диаметр чешуи;  $D$ , мм - наибольший продольный диаметр чешуи,  $F$ -показатель формы чешуи;  $J$ , % - относительный размер чешуи;  $ad$ , мм - длина рыбы (до конца средних лучей хвостового плавника). Также использовали формулу 4 и формулу 6.

Для сравнительного анализа исследовали выборку в 15 чешуй с каждого участка рыбы (рисунок 28), в направлении от головы к хвосту по одному ряду (1-3 ряд над боковой линией). Участки № 1, 2, 3, 5 расположены на уровне продольной оси рыбы над боковой линией, участок № 4 расположен на спине, между головой рыбы и началом спинного плавника. В качестве контроля использовали участок №5.

Измерение показателя  $H$ , мм и  $D$ , мм проводили в соответствии со схемой «Форма измерения чешуи» (рисунок 16).

Для образцов Атлантического лосося результаты измерения наибольшего поперечного диаметра чешуи на участках тела представлены в таблице 18. Среднее значение показателя на участке тела № 5 было самым большим и составляло  $7,07 \pm 0,018$  мм. Самым малым данный показатель был на участке тела № 4 и соответствовал значению  $4,14 \pm 0,021$  мм. На участках тела № 1,2,3 значения данного показателя составляли  $6,52 \pm 0,019$  мм,  $6,75 \pm 0,020$  мм и  $4,54 \pm 0,022$  мм, соответственно.

Результаты измерения наибольшего продольного диаметра чешуи Атлантического лосося представлены в таблице 19. Наименьшее значение показателя наибольшего продольного диаметра чешуи принадлежало образцам чешуи, отобранных с участка тела № 4 и соответствовало значению  $6,73 \pm 0,026$  мм. Следующим участком в порядке увеличения данного показателя был участок отбора проб № 3, на котором значение показателя составляло  $7,77 \pm 0,020$  мм. Значение показателя на других участках было больше и соответствовало значениям (в порядке увеличения):

Таблица 18 - **Наибольший поперечный диаметр чешуи лосося, взятой с участков 1, 2, 3, 4, 5**

Образец №	Среднее значение показателя Н, мм чешуи лосося				
	номер участка тела				
1	2	3	4	5	
1	5,49±0,017	5,87±0,021	3,81±0,021	3,53±0,021	6,44±0,013
2	5,91±0,016	5,94±0,017	3,92±0,022	3,55±0,023	6,46±0,020
3	5,92±0,019	5,95±0,018	4,05±0,019	3,62±0,022	6,48±0,017
4	5,95±0,021	5,97±0,025	4,11±0,024	3,71±0,021	6,57±0,018
5	6,01±0,020	6,15±0,019	4,18±0,023	3,74±0,021	6,62±0,021
6	6,14±0,021	6,42±0,020	4,19±0,018	3,91±0,019	6,74±0,021
7	6,59±0,022	6,55±0,026	4,32±0,025	3,94±0,023	7,10±0,020
8	6,62±0,018	7,11±0,020	4,33±0,025	3,99±0,020	7,21±0,019
9	6,69±0,021	7,14±0,017	4,37±0,021	4,01±0,023	7,39±0,021
10	6,69±0,018	7,19±0,019	4,54±0,022	4,49±0,020	7,49±0,016
11	6,76±0,019	7,21±0,021	4,77±0,021	4,56±0,023	7,49±0,021
12	6,78±0,019	7,24±0,018	4,88±0,024	4,65±0,021	7,51±0,018
13	7,26±0,019	7,41±0,016	4,94±0,023	4,72±0,018	7,51±0,017
14	7,28±0,022	7,49±0,020	5,63±0,018	4,80±0,021	7,52±0,018
15	7,32±0,018	7,61±0,016	5,99±0,021	4,84±0,020	7,53±0,016
Среднее значение	6,52±0,019	6,75±0,020	4,54±0,022	4,14±0,021	7,07±0,018

Таблица 19 - **Наибольший продольный диаметр чешуи лосося, взятой с участков 1, 2, 3, 4, 5**

Образец №	Среднее значение показателя D, мм чешуи лосося				
	номер участка тела				
1	2	3	4	5	
1	7,59±0,021	9,53±0,027	6,79±0,019	5,93±0,028	9,23±0,022
2	7,62±0,019	9,97±0,029	6,91±0,023	6,19±0,022	9,27±0,023
3	7,65±0,023	10,39±0,027	7,01±0,020	6,21±0,027	9,28±0,020
4	7,68±0,022	10,53±0,029	7,34±0,018	6,43±0,029	9,32±0,022
5	7,69±0,021	10,60±0,030	7,46±0,021	6,45±0,027	9,32±0,020
6	7,72±0,024	10,61±0,030	7,61±0,019	6,52±0,029	9,33±0,018
7	8,02±0,020	10,63±0,028	7,67±0,020	6,59±0,028	9,41±0,022
8	8,07±0,021	10,63±0,032	7,81±0,021	6,89±0,028	9,51±0,019
9	8,21±0,023	10,69±0,029	7,91±0,019	6,92±0,026	9,54±0,015
10	8,21±0,025	10,73±0,026	8,03±0,020	6,97±0,029	9,64±0,017
11	8,44±0,021	10,78±0,028	8,25±0,021	7,03±0,028	9,67±0,017
12	8,58±0,020	10,82±0,031	8,39±0,020	7,05±0,029	9,75±0,018
13	8,67±0,024	10,84±0,029	8,41±0,019	7,21±0,027	9,76±0,021
14	8,92±0,022	11,38±0,030	8,43±0,022	7,22±0,021	9,82±0,019
15	9,08±0,021	11,53±0,026	8,56±0,021	7,36±0,019	9,88±0,017
Среднее значение	8,14±0,022	10,64±0,029	7,77±0,020	6,73±0,026	9,52±0,019

$8,14 \pm 0,022$  мм для участка № 1,  $9,52 \pm 0,019$  мм для участка № 5 и  $10,64 \pm 0,029$  мм для участка № 2

По данным показателей наибольшего поперечного диаметра чешуи и наибольшего продольного диаметра чешуи вычисляли показатель формы чешуи ( $F$ ) по формуле 4. В качестве контроля использовали чешую, отобранную с участка тела № 5. Данные результатов исследования показателя формы чешуи представлены в таблице 20.

Результаты расчетов показателя формы чешуи различны на участках тела рыбы, выбранных в качестве контроля и опытных образцов. Чешуя с участка № 5 имела показатель формы чешуи  $0,742 \pm 0,010$ . На участке тела № 1 данный показатель соответствовал самому большому значению  $0,801 \pm 0,014$ . Самое маленькое значение составляло  $0,582 \pm 0,015$  на участке тела № 3. На участках № 2 и 4 значения показателя  $F$  были средними и составляли  $0,633 \pm 0,014$  и  $0,613 \pm 0,014$ . Чешуя на участке тела № 1 имела более округлую форму, чем чешуя на других участках тела рыбы. Самая овальная форма была у чешуи, отобранной с участка № 3 (рисунок 33,34).

Показатель формы чешуи имел отличия у чешуи, используемой в качестве опытных образцов и чешуи, используемой в качестве контроля, рисунок 35.

Для морфометрии чешуи лосося также использовали показатель  $J, \%$  - относительный размер чешуи. Вычисление показателя относительного размера чешуи производили по формуле 6. Длины исследуемой рыбы представлена в таблице 6, для вычислений, длину рыбы переводили в миллиметры. Результаты вычисления относительного размера чешуи представлены в таблице 21. По данным исследования, показатель  $J, \%$  также имел отличия, рисунок 36. Наибольшее значение показателя относительного размера чешуи, в порядке уменьшения, соответствовало  $1,859 \pm 0,020 \%$  на участке тела № 2, на участке тела № 5 данный показатель соответствовал значению  $1,662 \pm 0,010 \%$ , на участке тела № 1 значение показателя соответствовало  $1,422 \pm 0,019 \%$ , для чешуи с участка тела № 3 данный показатель составляя  $1,357 \pm 0,020 \%$ .

Таблица 20 - Результаты вычисления показателя формы чешуи лосося

Образец №	Среднее значение показателя F чешуи лосося				
	номер участка тела				
1	2	3	4	5 (контроль)	
1	0,721±0,015	0,565±0,015	0,535±0,014	0,555±0,012	0,696±0,010
2	0,761±0,012	0,567±0,011	0,536±0,015	0,570±0,015	0,698±0,011
3	0,771±0,013	0,580±0,014	0,546±0,017	0,572±0,011	0,699±0,009
4	0,772±0,014	0,596±0,017	0,559±0,016	0,577±0,013	0,705±0,010
5	0,775±0,015	0,606±0,012	0,561±0,014	0,578±0,011	0,710±0,012
6	0,788±0,016	0,616±0,013	0,562±0,018	0,579±0,014	0,722±0,008
7	0,791±0,014	0,624±0,016	0,565±0,013	0,598±0,015	0,755±0,009
8	0,796±0,013	0,657±0,014	0,569±0,012	0,606±0,014	0,756±0,012
9	0,803±0,011	0,658±0,015	0,578±0,015	0,631±0,012	0,762±0,009
10	0,805±0,012	0,660±0,011	0,580±0,014	0,637±0,015	0,765±0,011
11	0,820±0,015	0,667±0,016	0,586±0,017	0,644±0,017	0,770±0,008
12	0,829±0,017	0,672±0,014	0,589±0,016	0,649±0,016	0,770±0,011
13	0,838±0,012	0,674±0,012	0,595±0,018	0,655±0,014	0,775±0,008
14	0,841±0,011	0,675±0,013	0,668±0,013	0,658±0,015	0,777±0,010
15	0,895±0,013	0,684±0,015	0,701±0,015	0,689±0,012	0,778±0,009
Среднее значение	0,801±0,014*	0,633±0,014*	0,582±0,015*	0,613±0,014*	0,742±0,010

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$ .

Самое малое значение показателя наблюдалось у чешуи, отобранной с участка тела № 4 -  $1,175 \pm 0,019 \%$ .

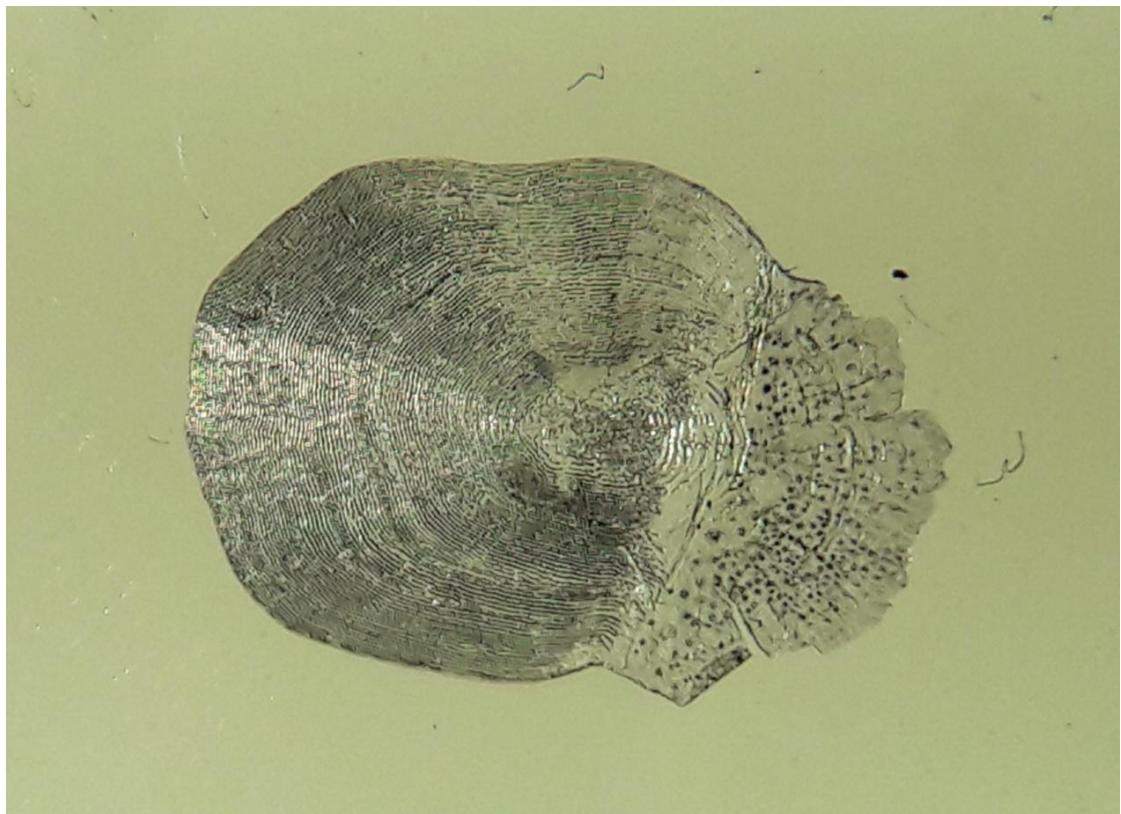


Рис. 33. Чешуя лосося, отобранная с участка № 1.

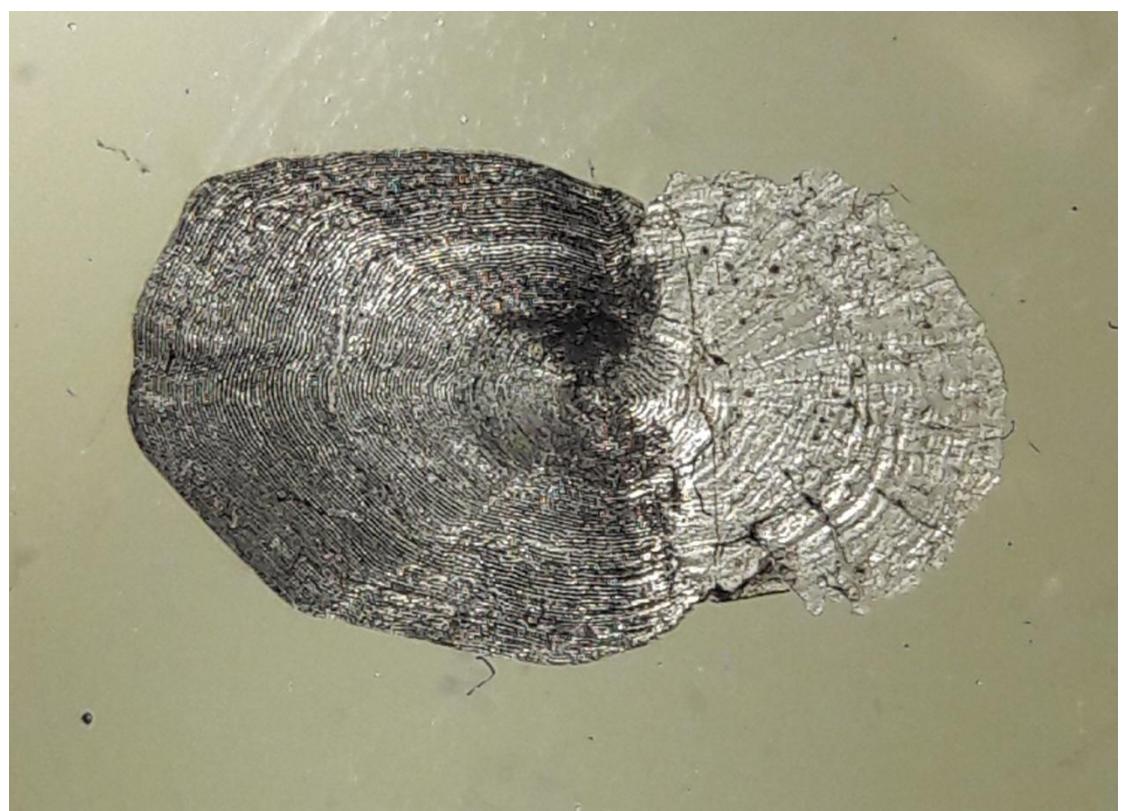


Рис. 34. Чешуя лосося, отобранная с участка № 3.

### Среднее значение показателя F чешуи лосося

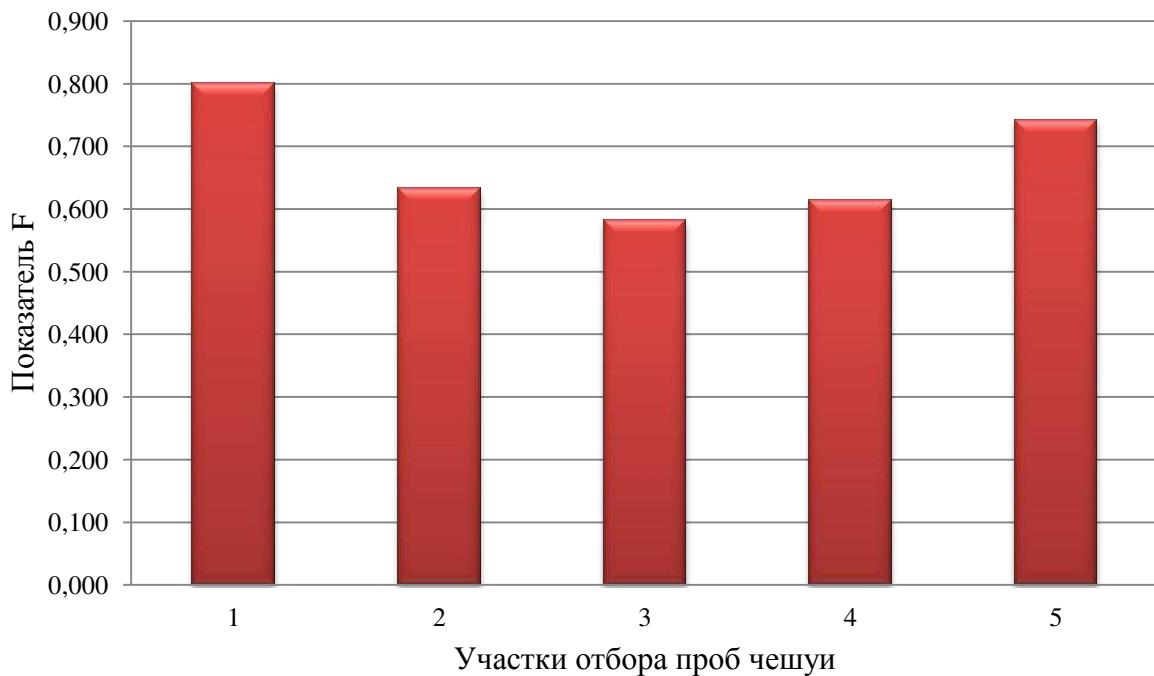


Рис. 35. Средние значение показателя формы чешуи лосося.

### Среднее значение показателя J, % чешуи лосося

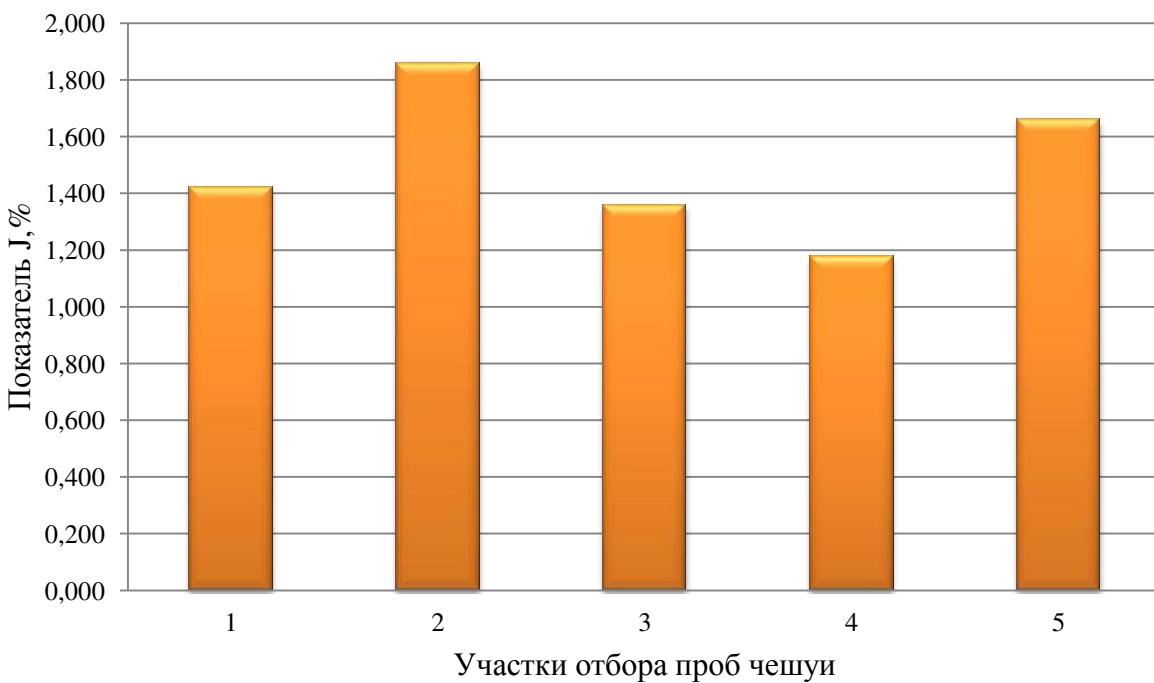


Рис. 36. Средние значение показателя относительного размера чешуи лосося.

Таблица 21 - Результаты вычисления показателя относительного размера чешуи лосося

Образец №	Среднее значение показателя $J$ , % чешуи лосося				
	номер участка тела				
1	2	3	4	5 (контроль)	
1	1,325±0,017	1,664±0,016	1,186±0,019	1,036±0,020	1,612±0,012
2	1,331±0,019	1,741±0,021	1,207±0,017	1,081±0,021	1,619±0,013
3	1,335±0,016	1,814±0,019	1,224±0,020	1,084±0,023	1,620±0,013
4	1,341±0,021	1,839±0,017	1,282±0,022	1,123±0,017	1,627±0,011
5	1,343±0,025	1,851±0,025	1,303±0,016	1,126±0,019	1,627±0,010
6	1,348±0,022	1,853±0,016	1,329±0,017	1,139±0,021	1,629±0,009
7	1,401±0,017	1,856±0,023	1,339±0,021	1,151±0,016	1,643±0,011
8	1,409±0,020	1,856±0,024	1,364±0,025	1,203±0,018	1,661±0,008
9	1,434±0,023	1,867±0,025	1,381±0,024	1,208±0,018	1,666±0,009
10	1,434±0,022	1,874±0,017	1,402±0,023	1,217±0,020	1,683±0,012
11	1,474±0,016	1,882±0,020	1,441±0,019	1,228±0,017	1,689±0,008
12	1,498±0,019	1,889±0,022	1,465±0,017	1,231±0,016	1,703±0,011
13	1,514±0,021	1,893±0,017	1,469±0,016	1,259±0,019	1,704±0,010
14	1,558±0,018	1,987±0,019	1,472±0,021	1,261±0,015	1,715±0,007
15	1,586±0,015	2,013±0,016	1,495±0,018	1,285±0,024	1,725±0,008
Среднее значение	1,422±0,019*	1,859±0,020*	1,357±0,020*	1,175±0,019*	1,662±0,010

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

### 2.2.4.3.3 Сравнительный анализ морфометрических показателей чешуи радужной форели и Атлантического лосося.

Для определения фальсификации рыбы относящейся к одному семейству, но разным видам проводили сравнительный анализ статистически значимых морфометрических показателей чешуи: показателя формы чешуи и показателя относительного размера чешуи.

В качестве контроля использовали показатели чешуи радужной форели, а чешую Атлантического лосося использовали в качестве опытного образца.

Данные образцы рыбы относятся к одному семейству лососевых (Salmonidae), но к разным видам, радужная форель относится к роду тихоокеанских форелей, Атлантический лосось относится к роду настоящих (благородных) лососей, таблица 2.

Для исследования сравнивали средние значения каждого показателя формы чешуи ( $F$ ) и относительного размера чешуи ( $J, \%$ ) на каждом участке тела, с которого производили отбор проб.

Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю формы чешуи с участка тела № 1 приведены в таблице 22.

Среднее значение показателя формы чешуи у образцов радужной форели на участке отбора проб № 1 составляло  $0,847 \pm 0,014$ , у образцов Атлантического лосося значение данного показателя на участке № 1 составляло  $0,801 \pm 0,014$ . Среднее значение данного показателя имело статистически значимые отличия у образцов чешуи форели и лосося на участке отбора проб № 1.

Значение средних показателей формы чешуи на участках тела № 2 представлены в таблице 23.

Среднее значение показателя  $F$  у форели на данном участке отбора проб составляло  $0,809 \pm 0,013$ , у лосося -  $0,633 \pm 0,014$ . Данные полученных результатов имели существенные отличия. У форели чешуя с участка тела 2 была окружлой, у лосося более вытянутой, овальной.

**Таблица 22 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю формы чешуи с участка отбора проб № 1**

Показатель формы чешуи (F), участок отбора проб № 1		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,713±0,014	0,721±0,015
2	0,805±0,015	0,761±0,012
3	0,841±0,010	0,771±0,013
4	0,842±0,016	0,772±0,014
5	0,849±0,013	0,775±0,015
6	0,851±0,015	0,788±0,016
7	0,852±0,014	0,791±0,014
8	0,852±0,011	0,796±0,013
9	0,858±0,014	0,803±0,011
10	0,868±0,016	0,805±0,012
11	0,870±0,013	0,820±0,015
12	0,871±0,017	0,829±0,017
13	0,873±0,015	0,838±0,012
14	0,874±0,010	0,841±0,011
15	0,884±0,018	0,895±0,013
Среднее значение	0,847±0,014	0,801±0,014*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

**Таблица 23 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю формы чешуи с участка отбора проб № 2**

Показатель F, участок тела № 2		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,743±0,011	0,565±0,015
2	0,763±0,013	0,567±0,011
3	0,786±0,012	0,580±0,014
4	0,790±0,013	0,596±0,017
5	0,798±0,011	0,606±0,012
6	0,809±0,015	0,616±0,013
7	0,816±0,014	0,624±0,016
8	0,820±0,016	0,657±0,014
9	0,823±0,012	0,658±0,015
10	0,823±0,014	0,660±0,011
11	0,825±0,011	0,667±0,016
12	0,825±0,015	0,672±0,014
13	0,828±0,013	0,674±0,012
14	0,834±0,012	0,675±0,013
15	0,848±0,013	0,684±0,015
Среднее значение	0,809±0,013	0,633±0,014*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

Результаты сравнительного анализа показателя формы чешуи с участка отбора проб № 3 представлены в таблице 24.

Показатель F у форели соответствовал значению  $0,834 \pm 0,012$ , у лосося на данном участке значение было  $0,582 \pm 0,015$ , что значительно отличается от показателя чешуи контроля.

Таблица 24 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю формы чешуи с участка отбора проб № 3

Показатель F, участок тела № 3		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	$0,754 \pm 0,013$	$0,535 \pm 0,014$
2	$0,799 \pm 0,014$	$0,536 \pm 0,015$
3	$0,805 \pm 0,011$	$0,546 \pm 0,017$
4	$0,806 \pm 0,015$	$0,559 \pm 0,016$
5	$0,810 \pm 0,010$	$0,561 \pm 0,014$
6	$0,827 \pm 0,012$	$0,562 \pm 0,018$
7	$0,828 \pm 0,013$	$0,565 \pm 0,013$
8	$0,844 \pm 0,009$	$0,569 \pm 0,012$
9	$0,844 \pm 0,015$	$0,578 \pm 0,015$
10	$0,845 \pm 0,014$	$0,580 \pm 0,014$
11	$0,851 \pm 0,016$	$0,586 \pm 0,017$
12	$0,854 \pm 0,011$	$0,589 \pm 0,016$
13	$0,875 \pm 0,012$	$0,595 \pm 0,018$
14	$0,879 \pm 0,013$	$0,668 \pm 0,013$
15	$0,884 \pm 0,010$	$0,701 \pm 0,015$
Среднее значение	$0,834 \pm 0,012$	$0,582 \pm 0,015^*$

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

Сравнительный анализ показателя формы чешуи также исследовали на участке тела № 4, данные представлены в таблице 25.

**Таблица 25 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю формы чешуи с участка отбора проб № 4**

Показатель F, участок тела № 4		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,793±0,012	0,555±0,012
2	0,818±0,013	0,570±0,015
3	0,819±0,011	0,572±0,011
4	0,820±0,012	0,577±0,013
5	0,828±0,014	0,578±0,011
6	0,833±0,011	0,579±0,014
7	0,837±0,013	0,598±0,015
8	0,838±0,012	0,606±0,014
9	0,841±0,011	0,631±0,012
10	0,842±0,013	0,637±0,015
11	0,843±0,010	0,644±0,017
12	0,844±0,014	0,649±0,016
13	0,859±0,011	0,655±0,014
14	0,870±0,015	0,658±0,015
15	0,909±0,012	0,689±0,012
Среднее значение	0,840±0,012	0,613±0,014*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

**Таблица 26 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю формы чешуи с участка отбора проб № 5**

Показатель F, участок тела № 5		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,685±0,011	0,696±0,010
2	0,689±0,012	0,698±0,011
3	0,690±0,008	0,699±0,009
4	0,692±0,009	0,705±0,010
5	0,696±0,007	0,710±0,012
6	0,699±0,014	0,722±0,008
7	0,705±0,012	0,755±0,009
8	0,706±0,008	0,756±0,012
9	0,711±0,010	0,762±0,009
10	0,715±0,011	0,765±0,011
11	0,723±0,009	0,770±0,008
12	0,724±0,013	0,770±0,011
13	0,725±0,007	0,775±0,008
14	0,727±0,011	0,777±0,010
15	0,732±0,007	0,778±0,009
Среднее значение	0,708±0,010	0,742±0,010*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

Значение показателя F на участке тела № 4 у форели был значительно больше, чем у лосося и составлял  $0,840 \pm 0,012$  и  $0,613 \pm 0,014$ , соответственно.

Сравнение данного показателя чешуи с участка тела № 5 также показали статистически значимые отличия у образцов форели и лосося, результаты исследования приведены в таблице 26.

У образцов форели данный показатель соответствовал значению  $0,708 \pm 0,010$ , у образцов лосося  $0,742 \pm 0,010$ .

Сравнительный анализ средних значений показателя формы чешуи со всех исследуемых участков тела представлены на рисунке 37.

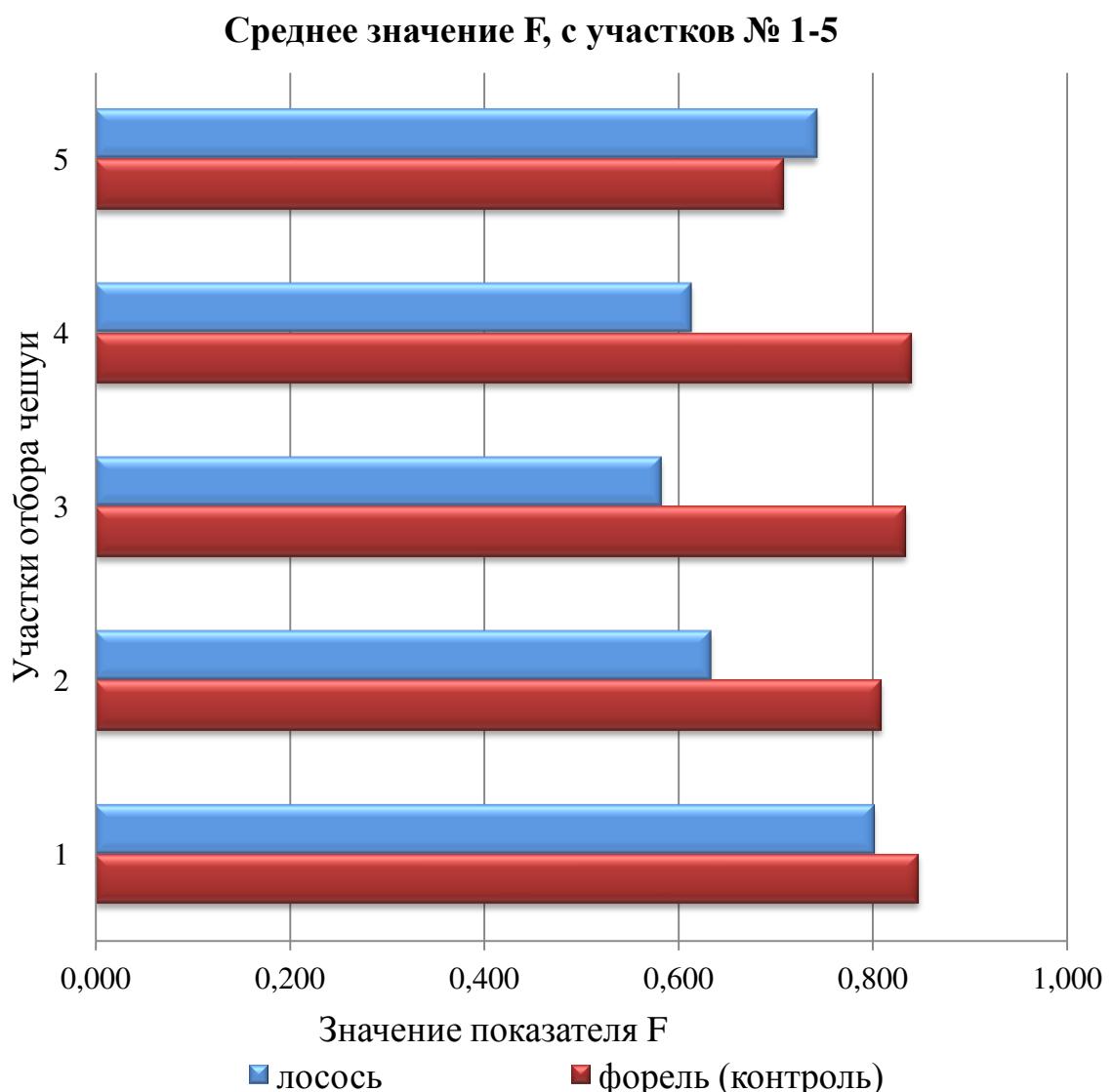


Рис. 37. Сравнительный анализ средних значений показателя формы чешуи у образцов форели и лосося с участков отбора проб № 1-5.

Для определения различий между чешуей образцов радужной форели и Атлантического лосося использовали сравнительный анализ средних показателей относительного размера чешуи ( $J, \%$ ). Образцы радужной форели использовали в качестве контроля, образцы Атлантического лосося - в качестве опытных образцов.

Вычисление показателя относительного размера чешуи ( $J, \%$ ) проводили по формуле 6.

Значение длины образцов радужной форели и Атлантического лосося приведены в таблицах 6 и 7.

Результаты исследования относительного размера чешуи с участка тела № 1 представлены в таблице 27.

Сравнительный анализ показателя  $J, \%$  с участка отбора проб № 1 показал, что среднее значение у форели значительно отличалось от такового у лосося и составляло  $0,673 \pm 0,017 \%$  и  $1,422 \pm 0,019 \%$ , соответственно.

Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю относительного размера чешуи с участка тела № 2 приведены в таблице 28.

Среднее значение показателя относительного размера чешуи у образцов радужной форели на участке отбора проб № 2 составляло  $0,876 \pm 0,017 \%$ , у образцов Атлантического лосося значение данного показателя на участке № 2 составляло  $1,859 \pm 0,020 \%$ . Значения показателя  $J, \%$  на данном участке также имели отличия.

Значение средних показателей относительного размера чешуи у образцов с участка отбора проб № 3 представлены в таблице 29.

Сравнение средних значений показал, что показатели относительного размера чешуи у образцов форели и лосося имели статистически значимые отличия. Средние значения данных показателей соответствовали для радужной форели (контроля)  $0,796 \pm 0,018 \%$ , для Атлантического лосося (опытного образца)  $1,357 \pm 0,020 \%$ .

**Таблица 27 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю относительного размера чешуи с участка отбора проб № 1**

Показатель J, %, участок тела № 1		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,602±0,018	1,325±0,017
2	0,604±0,015	1,331±0,019
3	0,609±0,017	1,335±0,016
4	0,619±0,016	1,341±0,021
5	0,628±0,017	1,343±0,025
6	0,650±0,015	1,348±0,022
7	0,652±0,018	1,401±0,017
8	0,674±0,014	1,409±0,020
9	0,688±0,019	1,434±0,023
10	0,698±0,018	1,434±0,022
11	0,703±0,016	1,474±0,016
12	0,722±0,017	1,498±0,019
13	0,743±0,018	1,514±0,021
14	0,746±0,015	1,558±0,018
15	0,755±0,018	1,586±0,015
Среднее значение	0,673±0,017	1,422±0,019*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

**Таблица 28 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю относительного размера чешуи с участка отбора проб № 2**

Показатель J,%, участок тела № 2		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,789±0,015	1,664±0,016
2	0,820±0,016	1,741±0,021
3	0,823±0,019	1,814±0,019
4	0,830±0,018	1,839±0,017
5	0,849±0,014	1,851±0,025
6	0,851±0,018	1,853±0,016
7	0,856±0,019	1,856±0,023
8	0,882±0,016	1,856±0,024
9	0,897±0,015	1,867±0,025
10	0,906±0,019	1,874±0,017
11	0,909±0,014	1,882±0,020
12	0,916±0,016	1,889±0,022
13	0,926±0,017	1,893±0,017
14	0,930±0,016	1,987±0,019
15	0,952±0,019	2,013±0,016
Среднее значение	0,876±0,017	1,859±0,020*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

**Таблица 29 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю относительного размера чешуи с участка отбора проб № 3**

Показатель J,%, участок тела № 3		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,643±0,018	1,186±0,019
2	0,652±0,017	1,207±0,017
3	0,681±0,021	1,224±0,020
4	0,753±0,017	1,282±0,022
5	0,770±0,020	1,303±0,016
6	0,823±0,016	1,329±0,017
7	0,823±0,015	1,339±0,021
8	0,827±0,018	1,364±0,025
9	0,835±0,014	1,381±0,024
10	0,837±0,017	1,402±0,023
11	0,844±0,019	1,441±0,019
12	0,847±0,016	1,465±0,017
13	0,849±0,018	1,469±0,016
14	0,854±0,019	1,472±0,021
15	0,859±0,021	1,495±0,018
Среднее значение	0,796±0,018	1,357±0,020*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

**Таблица30 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю относительного размера чешуи с участка отбора проб № 4**

Показатель J,%, участок тела № 4		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,554±0,017	1,036±0,020
2	0,604±0,014	1,081±0,021
3	0,633±0,018	1,084±0,023
4	0,635±0,015	1,123±0,017
5	0,640±0,019	1,126±0,019
6	0,652±0,020	1,139±0,021
7	0,655±0,017	1,151±0,016
8	0,657±0,018	1,203±0,018
9	0,659±0,019	1,208±0,018
10	0,659±0,015	1,217±0,020
11	0,664±0,016	1,228±0,017
12	0,676±0,014	1,231±0,016
13	0,698±0,021	1,259±0,019
14	0,741±0,017	1,261±0,015
15	0,811±0,018	1,285±0,024
Среднее значение	0,663±0,016	1,175±0,019*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

**Таблица31 - Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю относительного размера чешуи с участка отбора проб № 5**

Показатель J,%, участок тела № 5		
Образец чешуи №	Форель (контроль)	Лосось
1	0,914±0,016	1,612±0,012
2	0,918±0,012	1,619±0,013
3	0,921±0,015	1,620±0,013
4	0,926±0,017	1,627±0,011
5	0,930±0,013	1,627±0,010
6	0,933±0,014	1,629±0,009
7	0,938±0,017	1,643±0,011
8	0,947±0,017	1,661±0,008
9	0,952±0,015	1,666±0,009
10	0,957±0,014	1,683±0,012
11	0,966±0,018	1,689±0,008
12	0,971±0,013	1,703±0,011
13	0,978±0,016	1,704±0,010
14	0,986±0,015	1,715±0,007
15	0,993±0,014	1,725±0,008
Среднее значение	0,949±0,014	1,662±0,010*

\* - статистически значимое отличие от контроля при  $p \leq 0,05$

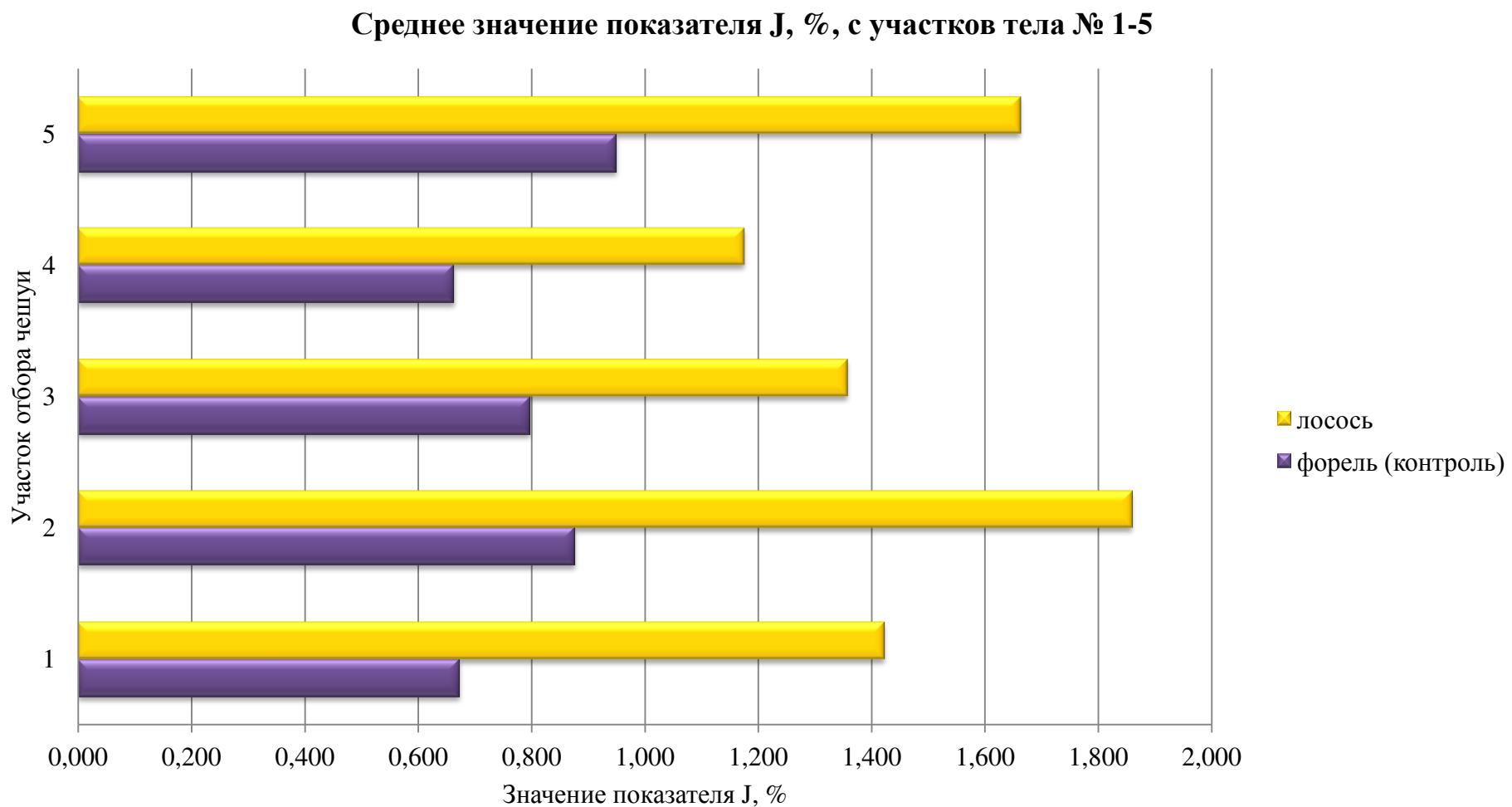


Рис. 38. Сравнительный анализ средних значений показателя относительного размера чешуи у образцов форели и лосося с участков отбора проб № 1-5.

Результаты исследования относительного размера чешуи с участка тела № 4 представлены в таблице 30.

Сравнительный анализ показателя  $J, \%$  с участка отбора проб № 4 показал, что среднее значение у форели составляло  $0,663 \pm 0,016 \%$ , у лосося -  $1,175 \pm 0,019 \%$ . Данный показатель значительно отличается у образцов форели и лосося.

Результаты сравнительного анализа чешуи форели и лосося по показателю относительного размера чешуи с участка тела № 5 приведены в таблице 31.

Среднее значение показателя относительного размера чешуи у образцов радужной форели на участке отбора проб № 5 составляло  $0,949 \pm 0,014 \%$ , у образцов Атлантического лосося значение данного показателя на участке № 5 составляло  $1,662 \pm 0,010 \%$ . Значения показателя  $J, \%$  на данном участке также имели статистически значимые отличия.

Сравнительный анализ средних значений показателя относительного размера чешуи со всех исследуемых участков тела представлены на рисунке 38. Полученные данные свидетельствуют о том, что показатель относительной формы чешуи ( $J, \%$ ) имел отличия, как на различных участках отбора проб, так и при сравнении образцов двух видов рыбы - радужной форели и атлантического лосося.

Показатель  $J$  для участка № 1 для форели соответствовал  $0,673 \pm 0,017 \%$ , для лосося -  $1,422 \pm 0,019 \%$ ; на участке тела № 2: для форели -  $0,876 \pm 0,017 \%$ , для лосося -  $1,859 \pm 0,020 \%$ ; на участке № 3: для форели -  $0,796 \pm 0,018 \%$ , для лосося -  $1,357 \pm 0,020 \%$ ; на участке № 4: для форели -  $0,663 \pm 0,016 \%$ , для лосося -  $1,175 \pm 0,019 \%$ ; на участке № 5 -  $0,949 \pm 0,014 \%$  и  $1,662 \pm 0,010 \%$ , соответственно.

Метод исследования и сравнения чешуи можно считать достоверным и приспособленным для определения фальсификации.

### Глава III. ОБСУЖДЕНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы является сложным комплексом ветеринарных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности и качества готовой выпускаемой в реализацию продукции. Экспертиза рыбы начинается с наблюдения за рыбой в местах ее разведения и содержания и производится до мест ее реализации (оптово-розничные сети, рынки) либо переработки [16].

Необходимость соблюдения правил и норм транспортировки рыбы обеспечивают ее надлежащее качество и сохранение ее биологических свойств [53].

Ветеринарно-санитарная экспертиза проводится в соответствии с существующими нормативными документами, регламентирующими показатели качества и безопасности рыбной продукции [77]. Рыба, используемая на пищевые цели, подвергается обязательной ветеринарно-санитарной экспертизе в местах вылова вне зависимости от эпизоотического состояния водоема. Поступая на рынки, рыба также подвергается экспертизе, которая начинается с осмотра специалистом лаборатории. В случае доброкачественности, рыбу реализуют без ограничения. О качестве рыбы судят по органолептическим показателям (внешний вид, цвет, наличие посторонних примесей и повреждений, консистенция, запах), а также результатам лабораторных исследований, проводимых в соответствии с нормативными документами (бактериоскопия, определение концентрации водородных ионов, определение содержания аммиака и сероводорода) [63; 116; 125; 126].

По данным наших исследований, органолептические показатели во многом зависят от качества рыбы. Внешний вид, цвет, запах, консистенция могут служить первостепенными показателями качества и безопасности рыбной продукции.

Хотя органолептические методы оценки и могут служить косвенными показателями качества рыбы как продукта, они являются субъективным и не могут гарантировать полную безопасность рыбы, так как она может являться источником гельминтозных зоонозов, которые трудно определить невооруженным глазом [95].

Рыба, как пищевой продукт может являться источником пищевых токсикоинфекций, а также причиной пищевых отравлений тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами, и другими загрязняющими веществами.

Для точного определения безопасности рыбы существуют нормативные документы, регламентирующие порядок исследования рыбы на гельминтологическую чистоту, а также опасные для человека вещества.

В первую очередь, к таким документам относятся ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [1; 2]. В них указаны предельно допустимые уровни загрязняющих веществ.

По данным наших анализов, можно судить о паразитарной чистоте рыбной продукции в оптово-розничных сетях города Санкт-Петербург.

Помимо паразитарной чистоты существует и другой не менее важный вопрос качества - определение видовой принадлежности. Фальсификация рыб встречается повсеместно. К семейству лососевых относятся ценные виды рыб, вследствие этого, их фальсификация встречается не редко. У рыб семейства лососевых, зачастую встречается ассортиментная фальсификация. При ассортиментной (видовой) фальсификации менее ценный вид рыбы выдают за более ценный, относящийся к данному семейству [40; 130; 131].

Не маловажным вопросом является фальсификация лососевых рыб, при которой рыбу с нерестовыми изменениями реализуют, как свежую рыбу без них. При этом рыбу могут обезличивать путем удаления головы, так как череп лососевых рыб в период анадромных миграций подвергается

изменениям [71; 157]. Также изменениям подвергается окраска рыбы, что изменить или обезличить довольно трудно [131].

Помимо анатомических изменений во внешнем виде рыбы существуют изменения в строении чешуи [161]. У Атлантического лосося до миграции разрушения могут присутствовать в незначительном количестве. В начальный период нереста, на чешуе наблюдаются начальные разрушения каудального, дорсального и вентрального полей чешуй, а после миграции - чешуйные пластины сильно разрушены. В случае если лосось после миграции не погиб, при повторном заходе на нерест появляются так называемые нерестовые изменения на чешуе. Нерестовые марки (нерестовые отметины или нерестовые кольца) являются результатом механического воздействия и травмирования края чешуи о твердый субстрат и их восстановление. При этом, зона разрушения вначале возникает на дорсальном крае чешуи, со временем охватывая по всему периметру пластиинки склериты [146; 178].

У лососевых рыб, в процессе миграции вверх по рекам к нерестилищам, а также при раскапывании гальки и во время строительства гнезда края чешуи сильно обламываются и стираются. Это особенно сильно заметно у самцов лососей, у которых от чешуи после нереста может остаться лишь треугольник [38].

Одним из самых важных признаков нерестовой марки является наличие разрыва склеритов и отсутствие их продолжения за ее пределами по каудальному краю чешуйной пластины [92].

К сожалению, на данный момент, не существует полного атласа-определителя по рыбам, поступающим на реализацию [155]. Существует довольно много атласов, но ни один из них не содержит полной информации о семействе рыбы в целом. Это означает, что для определения разницы между двумя близкими видами внутри одного семейства необходимо использовать несколько учебных пособий или атласов-определителей, в

которых есть краткая информация, а также иллюстрации и пояснения [17; 25; 64; 90].

Для определения видовой принадлежности рыбы можно использовать несколько методов. У каждого из них есть свои достоинства, а также недостатки. При определении видовой принадлежности рыбы по анатомическим и морфологическим особенностям рыба должна быть не обезличена, то есть сохранять свои морфологические и анатомические структуры, такие как: голова, плавники, кожа и чешуя [58; 68].

В атласах-определителях не всегда присутствует нужная информация, пригодная для видовой идентификации рыбы по анатомическим и морфологическим особенностям. Также, для этого необходимо подвергать обезличенную рыбу детальному изучению, а при видовой идентификации близкородственных видов рыб необходимо производить подсчет позвонков, количество и структуру лучей в плавниках (количество лучей у каждого вида рыб укладывается в определенное интервальное значение), а также количество и вид жаберных лепестков [90; 144].

Также, близкородственные виды рыб можно различить по количеству чешуйных пластин в боковой линии, их количество для каждого вида индивидуально. По данным наших исследований, разница внутри семейства лососевых существует, что подтверждают данные исследования.

При обезличивании рыбы можно использовать другой способ определения видовой принадлежности - по чешуе. У каждого вида рыб даже внутри одного семейства, строение чешуи отличается [12].

Чешуя рыб - это морфологическая единицы, по которой можно определить возрастную принадлежность рыбы. Наслоение склеритов происходит циклично, то есть ежегодно, что приводит к образованию годичных колец (зон сближения склеритов) [34; 188].

Концентрические кольца образуются в результате неравномерного роста рыбы в целом и прироста чешуи в частности. На протяжении всей жизни, а также каждого года, рост тела рыбы и его отдельных частей

неравномерен. Более интенсивный рост рыбы и ускоренный рост чешуйных пластин, происходит в летний период, когда рыба активно питается. На чешуе данная активизация обменных процессов сопровождается образованием темных широких колец. С другой стороны, в период зимовки рост рыбы резко замедляется или прекращается вовсе, на чешуйной пластине это выглядит в виде зоны светлых колец и полос [200].

По данным исследования А.А. Иванова (2003), между ростом рыбы и ростом чешуи существует прямолинейная зависимость [66].

По количеству концентрических колец на чешуе можно определить возраст рыбы.

Чешую рыб активно используют для определения возраста рыбы. В связи с возникновением вопроса об особенностях строения чешуи в пределах чешуйного покрова представляет интерес выбор определяющей зоны на теле рыбы [207].

Иванов А.А. (2011) для исследований отбирал чешую с участка у основания первого спинного плавника, в то же время, Дгебуадзе Ю.Ю. и Чернова О.Ф. (2009) считают, что для определения возрастной принадлежности рыбы по чешуе, отбор проб необходимо проводить с участков тела, где чешуйные пластины крупнее, в частности для лососевых (Salmonidae) этот участок находится под началом дорсального плавника над боковой линией. Также, по данным авторов, в некоторых случаях целесообразно отбирать образцы чешуй под боковой линией [56; 67].

Бурдак В.Д. (1979) отбирал образцы чешуи для исследования из трех участков тела, которые располагаются на латеральной поверхности тела рыбы, на уровне продольной оси тела: первый участок отбора проб - за жаберными крышками, второй участок - на вертикали наибольшей высоты тела рыбы, третий - в середине хвостового стебля [38].

Исследования Мартынова В.Г. (2007), в своей работе описывает несколько методик отбора проб. Первая - общепринятая методика, в соответствии с которой место отбора проб охватывает большой участок тела

рыбы и располагается под основанием спинного плавника над боковой линией. Вторая методика - местом отбора проб располагается в близлежащих к боковой линии чешуйных пластин. Его исследования обеих зон, говорят о том, что при выборе определительной зоны используемой в России для исследования возраста рыбы наблюдается большая изменчивость чешуи по размерам и по числу склеритов [92].

Существует прямая зависимость числа склеритов от интенсивности роста молоди, которая в свою очередь зависит от термических условий конкретных лет. У рыб, медленно растущих на стадии сеголеток, первая годовая зона может полностью отсутствовать, также как и центральная площадка. В результате исследования в 2007 г. Мартынов В.Г., пришел к выводу, что чешуя у мальков лосося появляется в первую очередь в боковой линии, затем в близлежащих чешуйных рядах, постепенно покрывая все тело рыбы. Формирование чешуи у сеголеток идет в латерально-дорсальном и латерально-центральном направлениях, при этом в головной части несколько медленнее, чем в хвостовой. Чем дальше чешуя находится от хвоста или боковой линии, тем позднее она образуется, имея при этом меньший размер и меньшее количество склеритов. Аналогичная тенденция наблюдается и в последующие годы жизни рыбы, что вероятно связано с тем, что рост чешуи после временно прекращения в период зимовки, возобновляется в первую очередь в рядах расположенных рядом с боковой линией. Также в северных популяциях в года, неблагоприятные для роста, чешуйный покров не успевая сформироваться на участках, находящихся поодаль от боковой линии, рядом со спинным плавником [48; 81; 168]. Процесс формирования чешуи у сеголеток в данном случае завершается лишь на втором году жизни, что характеризуется отсутствием первого годового кольца на чешуйках, расположенным вдали от боковой линии.

Данная изменчивость чешуйного покрова определяет выбор участка на теле рыбы для взятия образцов. Минимальная изменчивость чешуйных характеристик в пределах образца - является наиболее важным требованием.

В наших исследованиях, отдавали предпочтение зоне, расположенной в первых трех рядах над боковой линией, между вертикалями, проведенными по заднему краю основания спинного плавника и передним краем основания анального плавника, вследствие того, что в данной зоне чешуйный покров формируется раньше, чем в других зонах, а также встречается меньший процент резорбции чешуй.

Для сравнительного анализа чешуйного покрова в пределах образцов Атлантического лосося и радужной форели использовали сравнительный анализ пяти зон. Первая зона располагается за жаберными крышками, вторая зона - на вертикали наибольшей высоты рыбы, третья - в середине хвостового стебля, пятая - между вертикалями заднего края основания спинного плавника и переднего края анального плавника. Данные зоны располагаются в 1-3 чешуйных рядах над боковой линией. Четвертый участок располагается со стороны спины между головой и спинным плавником.

Сравнительный анализ проводили по показателям формы чешуи ( $F$ ) и относительному размеру чешуи ( $J, \%$ ). За контроль принимали участок отбора проб № 5. Достоверность отличий проверяли по критерию Стьюдента.

Образцы чешуй, отобранных у рыбы радужная форель показатель формы чешуи с участков отбора проб № 1 - 4 имели значения от  $0,809 \pm 0,013$  (на участке отбора проб № 2) до  $0,847 \pm 0,014$  (на участке отбора проб № 1), что говорит о более округлой форме. Чешуя, отобранная с участка тела № 5, имела самый малый показатель формы чешуи -  $0,708 \pm 0,010$ , что свидетельствует об овальной (вытянутой) форме чешуйный пластин, таблица 16, рисунок 31. Сравнительный анализ чешуи радужной форели по показателю относительного размера чешуи также говорит о статистически значимых отличиях контроля и опытных образцов. Показатель  $J, \%$  чешуй, отобранных с участков тела № 1 - 4 имели значения от  $0,663 \pm 0,016 \%$  (с участка тела № 4) до  $0,876 \pm 0,017 \%$  (с участка тела № 2), у чешуи,

послужившей контролем значение данного показателя наиболее большим, и составляло  $0,949 \pm 0,014 \%$ , таблица 17, рисунок 32.

Чешуя у образцов рыбы Атлантического лосося в пределах образцов одного вида также имели отличия. За контроль принимали показатели формы чешуи ( $F$ ) и относительного размера чешуи ( $J, \%$ ) чешуй, отобранных с участка тела № 5. Образцы чешуи, отобранный у рыбы, относящейся к виду Атлантического лосося по показателю формы чешуи, имели отличия на участках тела № 1 -4. Наибольшее значение данного показателя составляло  $0,801 \pm 0,014$  (с участка тела № 1), наименьшее значение принадлежало чешуе, отобранный с участка тела № 3, и составляло  $0,582 \pm 0,015$ . На участке тела № 5 данный показатель составлял  $0,742 \pm 0,010$ , таблица 20, рисунок 35. Также статистически значимые отличия наблюдались по показателю относительного размера чешуи. Наибольшее значение показателя  $J, \%$  наблюдалось у чешуи, отобранный с участка тела № 2 и соответствовало  $1,859 \pm 0,020 \%$ , наименьшее значение показателя относительного размера чешуи составляло  $1,175 \pm 0,019 \%$  (с участка тела № 4). На участке тела № 5 значение данного показателя составляло  $1,662 \pm 0,010 \%$ , таблица 21, рисунок 36.

Данные результатов исследования чешуи по показателям формы чешуи и относительного размера чешуи в пределах образцов одного вида имели статистически значимые отличия на участках отбора проб № 1 - 4, используемых в качестве опытных образцов и с участка отбора проб № 5, используемых в качестве контроля у образов рыбы радужной форели и Атлантического лосося [208, 209].

Выбранный нами участок отбора проб расположенный между вертикалями основания заднего края спинного плавника и основанием переднего края анального плавника в 1 - 3 ряду над боковой линией подходит как для исследования рыбы на видовую принадлежность, так и на возрастную категорию, что облегчает отбор про и увеличивает скорость обработки данных исследования.

По данным наших исследований, чешуя вида атлантический лосось, относящемуся к роду настоящих лососей и подсемейству лососевых морфометрически отличается от чешуи вида микижа роду тихоокеанских лососей того же подсемейства - лососевых.

Для определения видовой принадлежности рыбы Атлантический лосось и радужная форель проводили сравнительный анализ анатомических и морфологических характеристик. По данным исследований, образцы рыбы относились к виду Атлантический лосось и радужная форель. Также, для определения видовой принадлежности рыбы по чешуе проводили сравнительный анализ статистически значимых показателей, таких как: форма чешуи ( $F$ ) и относительный размер чешуи ( $J, \%$ ). Сравнительный анализ проводили между чешуями, отобранных с участков отбора проб (№ 1 -5), за контроль принимали значения показателей чешуи, отобранной у образцов радужной форели.

Результаты наших исследований, свидетельствуют о том, что чешуи, отобранные у образцов радужной форели и Атлантического лосося, имели статистически значимые отличия по показателям формы чешуи на всех участках отбора проб, что представлено в таблицах 22, 23, 24, 25, 26 и рисунке 37. Результаты исследования чешуй радужной форели и Атлантического лосося по показателю относительного размера чешуи также имели статистически значимые отличия на всех участках отбора проб, что представлено в таблицах 27, 28, 29, 30, 31 и рисунке 38.

Сравнительный анализ морфометрических статистически значимых показателей, таких как: форма чешуи и относительный размер чешуи, свидетельствует о том, что данный метод можно использовать для определения видовой принадлежности рыбы по чешуе, для определения предупреждения и выявления ассортиментной фальсификации рыбы, относящейся к одному семейству, но к разной ценовой категории.

## ВЫВОДЫ

1. Комплексная ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы обеспечивает безопасность и качество продукции.

Органолептические показатели рыбы могут косвенно свидетельствовать о безопасности и качестве. Только комплексная ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы и лабораторные исследования могут свидетельствовать о полной безопасности рыбы.

Рыба, выращенная в форелеводческих хозяйствах Ленинградской области, поступающая на реализацию в торгово-розничную сеть Санкт-Петербурга, соответствует требованиям нормативных документов по органолептическим и лабораторным показателям.

2. Методы и методики определения видовой принадлежности рыбы: радужная форель, атлантический лосось, в действующих нормативно-технических документах отсутствуют. По анатомическим и морфологическим особенностям можно отличить рыбу разных видов, относящихся к одному семейству.

3. Чешуя, отобранная с одних и тех анатомически расположенных участков тела рыбы (радужная форель и атлантический лосось), имела статистически значимые отличия показателей: наибольший продольный диаметр чешуи, наибольший поперечный диаметр чешуи, форма чешуи, а также относительный размер чешуи.

Показатель относительной формы чешуи ( $J, \%$ ) имел отличия, как на различных участках отбора проб, так и при сравнении образцов двух видов рыбы - радужной форели и атлантического лосося.

Показатель  $J, \%$  для участка № 1 для форели соответствовал  $0,673 \pm 0,017 \%$ , для лосося -  $1,422 \pm 0,019 \%$ ; на участке тела № 2: для форели -  $0,876 \pm 0,017 \%$ , для лосося -  $1,859 \pm 0,020 \%$ ; на участке № 3: для форели -  $0,796 \pm 0,018 \%$ , для лосося -  $1,357 \pm 0,020 \%$ ; на участке № 4: для форели -  $0,663 \pm 0,016 \%$ , для лосося -  $1,175 \pm 0,019 \%$ ; на участке № 5 -  $0,949 \pm 0,014 \%$  и  $1,662 \pm 0,010 \%$ , соответственно.

Метод исследования и сравнения чешуи можно считать достоверным и приспособленным для определения фальсификации.

4. При обезличивании рыбы, определении ассортиментной (видовой) фальсификации рыбы: радужная форель, атлантический лосось, когда определение по морфологическим и анатомическим особенностям затруднено либо невозможно, необходимо использовать метод определения видовой принадлежности рыбы по чешуе.

Данный метод более информативный в сравнении с методом определения по анатомическим и морфологическим особенностям, простой в техническом обеспечении, достоверный, экономически целесообразный и может использоваться как экспресс-метод ветеринарно-санитарной экспертизы при определении фальсификации рыбы.

5. Значения показателя  $J, \%$  - относительный размер чешуи, при морфометрии с разных участков тела рыбы, имели достоверные отличия.

Наибольшее значение соответствовало чешуе форели, отобранной с участка №5, служившего контролем и соответствовало  $0,949 \pm 0,014 \%$ .

На участке №4 показатель относительного размера чешуи был наименьшим, и составлял  $0,663 \pm 0,016 \%$ , на участке №1 (на передней части рыбы, за жаберными крышками, на уровне продольной оси) был равен  $0,673 \pm 0,017 \%$ .

Средние показатели принадлежали чешуе отобранной с участков №2 и 3 и соответствовали  $0,876 \pm 0,017 \%$  и  $0,796 \pm 0,018 \%$  соответственно.

6. Зона выбора чешуи для исследования при определении ассортиментной (видовой) фальсификации рыбы: радужная форель, атлантический лосось, должна отвечать определенным требованиям: сохранять целостность, иметь все годовые кольца и годовые зоны. Таким требованиям отвечает чешуя, расположенная в зоне первых трех рядах над боковой линией, между вертикалями, проведенными по заднему краю основания спинного плавника и передним краем основания анального плавника. Чешуя с данного участка имеет меньший процент резорбции и наибольший процент чешуи с полным набором годовых колец.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

1. При обезличивании продукта, рекомендовано внедрить определение ассортиментной и товарной фальсификации (возрастной и видовой) - определять видовую принадлежность рыбы по чешуе, используя методические рекомендации «Ветеринарно-санитарная экспертиза и определение видовой принадлежности рыбы» (СПбГАВМ, 2017).

2. Учебно-методические указания: «Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы» (утв. Методическим Советом СПбГАВМ 01.06.2017 г., протокол № 7). внедрены и используются в учебном процессе для студентов факультетов ветеринарной медицины и ветеринарно-санитарной экспертизы, на факультете повышения квалификации и переподготовке ветеринарных врачей ФГОУ ВО СПбГАВМ, а также в производственных лабораториях рыбоперерабатывающих предприятий и ГЛВСЭ на продовольственных рынках Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургской государственной ветеринарной лаборатории при проведении контрольно-надзорных функций безопасности и качества рыбы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О безопасности рыбы и рыбной продукции ТР ЕАЭС 040/2016 / Технический регламент Евразийского союза. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017. - 135 с.
2. О безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011 / Технический регламент Таможенного союза. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2016. - 242 с.
3. Методы санитарно-паразитологических исследований: МУК 4.2.2661-10 / Методические указания. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2011. - 8 с.
4. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: МУК 3.2.988-00 / Методические указания. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. - 49 с.
5. Перечень заразных и иных болезней животных (с изменениями на 15 февраля 2017 года) / Перечень - Изд. офиц., переизд. с измен. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017 - 4 с.
6. Правила ветеринарно-санитарной экспертизы морских рыб и икры от 2009 года / Правила. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2011. - 13 с.
7. Правила ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков от 16 июня 1989 г. / Правила. - Изд. офиц. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2011. - 22 с.
8. Профилактика описторхоза: МУ 3.2.2601-10 / Методические указания. - Изд. офиц. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2011. - 36 с.
9. Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации: СанПиН 3.2.3215-14 (с изменениями на 29 декабря 2015 года) / Санитарные Нормы и правила. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017. - 32 с.
10. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. ГОСТ 7636-85 / Межгосударственный стандарт. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. - 121 с.
11. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения жизнеспособности личинок гельминтов. ГОСТ Р 54378-2011 / Государственный стандарт. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2013. - 12 с.
12. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. ГОСТ 7631-2008 /

Межгосударственный стандарт. - Изд. офиц., переизд. с измен. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2011. - 16 с.

13. Абросимова Н. А., Абросимов С. С., Потапенко Е. С. Биология и распространение лососевых рыб: учебное / Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, Е.С. Потапенко// - Ростов-на-Дону - Медиа-полис - 2007. - 98 с.

14. Авдеева Е.В. Болезни морских рыб: учебное пособие / Е.В. Авдеева // - М. - Колос - 2011. - 112 с.

15. Авдеева Е.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы / Е.В. Авдеева // - Калининград: ФГОУ ВПО «КТУ» - 2001. - 110 с.

16. Авдеева Е.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы и других гидробионтов: лабораторный практикум / Е.В. Авдеева // - СПб.: Проспект Науки - 2011. - 192 с.

17. Айхеле Д. Справочник рыболова: Распространенные виды пресноводных рыб / Дитмар Айхеле, Пер. с нем. С.С. Козицкого // -М.: ООО «Издательство Астрель» - 2004. - 127 с.

18. Аксенова Е.И., Бычкова М.В., Налетова Л.Ю., Цыбульский И.Е. Влияние загрязняющих веществ различных классов на экосистему рыбохозяйственных водоемов и отдельные ее компоненты. / Е.И. Аксенова, М.В. Бычкова, Л.Ю. Налетова, И.Е. Цыбульский // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. В 2 т. Т.2. - Калининград - 2001. - С.88.

19. Алексевнина М.С.,Преснова Е.В. Изменения структуры донных сообществ Воткинского водохранилища связанные с антропогенным воздействием./ М.С. Аксенова, Е.В. Преснова // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. В 2 т. Т.2. - Калининград - 2001. - С.100-101.

20. Аллан Бремнер Г. Безопасность и качество рыбо- и морепродуктов /. Г.А. Бремнер // - СПб. - Профессия - 2009. - 512 с.

21. Алхименко А.П., Цветков В.Ю. Хозяйственная деятельность на водосборе Ладоги и ее потенциальное воздействие на качество воды в озере / А.П. Алхименко, В.Ю. Цветков // Геологические проблемы Ладожского озера. - Сб. науч. тр. - СПб.: ИПК «Прикладная экология» - 2010. - С. 7-14.

22. Аминева В.А. Физиология рыб / В.А. Аминева// - М.: Легкая и пищевая промышленность - 1984. - 200с.

23. Анатомия и основы физиологии рыб: учебное пособие / Федер. гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Башк. гос. аграр. ун-т"; авт.-сост.: Ф.А. Каримов, д.в.н., проф., С.Г. Каримова, к.с.-х.н., доц. // - Уфа - Башкирский ГАУ - 2010. - 103 с.
24. Аршаница Н.М., Перевозников М.А. Токсикозы рыб с основами патологии. Справочная книга / Н.М. Аршаница, М.А. Перевозников/ - СПб.: ФГНУ ГОСНИОРХ - 2006. - 179 с.
25. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т.1. / Под редакцией Ю.С. Решетникова // - М.: Наука - 2002. - 379 с.
26. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т.2./ Под редакцией Ю.С. Решетникова// - М.: Наука - 2003. - 243 с.
27. Атлас промысловых видов рыб дальневосточных морей России / сост. В.Н. Тупоногов, В.А. Снытко; науч. ред. С.Е. Поздняков // - Владивосток - ТИНРО-Центр - 2014. - 206 с.
28. Ахмедов А.А., Сладкова С.В., Рыболовлев В.Н., Перевозников М.А. Сравнительная оценка токсичности поллютантов с применением разных способов биотестирования. / А.А. Ахмедов, С.В. Сладкова, В.Н. Рыболовлев, М.А. Перевозников // Эколого-ихтиотоксикологические аспекты мониторинга пресноводных объектов. - Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. - СПб. - 2000. - С.131-136.
29. Балушкина Е.В. Влияние гидрофизических и гидрохимических факторов на структуру донных сообществ в реках ленинградской области и эстуарии реки Невы./ Е.В. Балушкина // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. В 2 т. Т.2. - Калининград - 2001. - С.105-106.
30. Баранов И.Э., Бражная В.А., Гроховский В.А. Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник для вузов / И.Э. Баранов, В.А. Бражная, В.А. Гроховский // - СПб.: ГИОРД - 2006. - 944 с.
31. Бартель Р., Билак А.Т., Веселов А.Е. Атлантический лосось / Р. Бартель, А.Т. Билак, А.Е. Веселов // - СПб.: Наука - 1998. - 575 с.
32. Безруков М.Е., Безрукова Н.В., Гелашвили Д.Б. Комбинированные эффекты фоновых приоритетных загрязнителей пресных водоемов. / М.Е. Безруков, Н.В. Безрукова, Д.Б. Гелашвили // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. В 2 т. Т.2. - Калининград - 2001. - С.107-108.

33. Безрукова Н.В., Безруков М.Е., Гелашвили Д.Б. Взаимосвязь химического состава промышленных возвратных вод и их токсичности для гидробионтов./ Н.В. Безрукова, М.Е. Безруков, Д.Б. Гелашвили // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. В 2 т. Т.2. - Калининград - 2001. - С. 108-109.
34. Белякова Е.Н. Биологические особенности молоди лососевых рыб в реках Карелии и Кольского полуострова: автореф. на соиск. уч. степ. к. б. н.: специальность 03.02.06 / Е.Н. Белякова // - Петрозаводск - 2013 - 18 с.
35. Богданова Е.А. Реакция гидробионтов на антропогенный прессинг гидросферы. / Е.А, Богданова // Эколого-ихтиотоксикологические аспекты мониторинга пресноводных объектов. - Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. - СПб. - 2000. - С.46-58.
36. Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н.Г. Богуцкая, А.М. Насек // - М.: КМК. - 2004. - 389 с.
37. Боровков М.Ф., Фролов В.П., Серко С.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства: Учебник / М.Ф.Боровков, В.П.Фролов, С.А.Серко // - СПб.: Лань - 2007. - 448 с.
38. Бурдак В.Д. Функциональная морфология чешуйного покрова рыб / В.Д. Бурдак // - Киев: Наукова думка, 1979. - 163 с.
39. Бурова Т.Е. Биологическая безопасность сырья и продуктов питания. Потенциально опасные вещества биологического происхождения: Учеб. пособие / Т.Е. Бурова // - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ - 2014. - 136 с.
40. Валетов В.А. Лосось Ладожского озера (биология, воспроизводство)/ В.А. Валетов // - Петрозаводск - 1999. - 90 с.
41. Васильева Е.Д. Популярный атлас-определитель. Рыбы / Е.Д. Васильева // - М.: Дрофа - 2004. - 400 с.
42. Васильева Е.Д. Рыбы черного моря / Е.Д. Васильева // - М.: ВНИРО - 2007. - 238 с.
43. Вершинина А.Г., Грищенко В.В., Масленникова Е.В., Каленик Т.К.. Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров: учебное пособие / А.Г.Вершинина, В.В. Грищенко, Е.В. Масленникова, Т.К. Каленик // - Владивосток: ДВФУ - 2011. - 160 с.

44. Власов В.А. Рыбоводство: Учебное пособие. 2-е изд. / В.А. Власов // - СПб.: Лань - 2012. - 352 с.
45. Власова В.А., Скворцова Е.Г. Практикум по рыбоводству / В.А. Власова, Е.Г. Скворцова // - Ярославль - Ярославская государственная сельскохозяйственная академия - 2009. - 109 с.
46. Вышегородцев А.А. Краткий словарь ихтиолога: учеб. пособие / А.А. Вышегородцев // - Красноярск - КрасГУ - 2002. - 230 с.
47. Герасимов Ю.Л. Основы рыбного хозяйства / Ю.Л. Герасимов // Самара - Изд-во Самарского университета - 2003. - 108 с.
48. Головина Н.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза гидробионтов. Лабораторный практикум / Н.А. Головина // - М. - МОРКНИГА - 2010. - 198 с.
49. Головина Н.А., Авдеева Е.В. Практикум по ихтиопатологии / Н.А. Головина, Е.В. Авдеева, Е.Б. Евдокимова, О.В. Казимириченко, М.Ю. Котлячук // - М. - МОРКНИГА - 2016. - 417 с.
50. Головина, Н. А. Ихтиопатология / Н.А. Головина // - М. - Мир - 2007. - 448 с.
51. Голубев В.Н. Справочник по переработке рыбы и морепродуктов / В.Н. Голубев, О.И. Кутина // - СПб. - ГИОРД - 2005. - 348 с.
52. Голубенко О.А. Экспертиза качества и сертификация рыбы и рыбных продуктов: учебное пособие / О.А. Голубенко, Н.В. Коник// - М.: ИНФРА-М. - 2011. - 256 с.
53. Госманов Р.Г., Вояков А.Х., Галиуллин А.К. Санитарная микробиология: учебное пособие для студентов ВУЗов обучающихся по специальности 111201 / Р.Г. Госманов, А.Х. Вояков, А.К. Галиуллин // - СПб.: Лань, -2010. - 240 с.
54. Губина М.Д. Товароведение и экспертиза однородных групп продовольственных товаров. Видовой состав рыбы современного российского промысла: лекция / М.Д. Губина // - Новосибирск: СибУПК - 2007. - 76 с.
55. Двинин Ю. Ф., Двинин М. Ю. Химический состав и биохимические свойства тканей и органов некоторых пресноводных рыб Мурманской области: справочник / Ю.Ф. Двинин, М.Ю. Двинин; Гос. ком. Рос. Федерации по рыболовству, Поляр. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО) // - Мурманск - Изд-во ПИНРО - 2002. - 44 с.

56. Дгебуадзе Ю.Ю., Чернова О.Ф. Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура / Ю.Ю. Дгебуадзе, О.Ф. Чернова // - М. : КМК - 2009.- 315 с.
57. Дементьева М.А. Состояние жаберных лепестков форели при бассейном выращивании на сбросных теплых водах. / М.А. Дементьева // Эколого-ихтиотоксикологические аспекты мониторинга пресноводных объектов. - Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. - СПб. - 2000. - С..196-201.
58. Долгов А.В. Атлас-определитель рыб Баренцева моря / А В. Долгов // - Мурманск.: Изд-во ПИНРО - 2011. - 188 с.
59. Долотов С. И. Атлантический лосось р. Иоканьга: биология, воспроизводство, эксплуатация запаса / С.И. Долотов; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. агентство по рыболовству, Поляр. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО) // - Мурманск - Изд-во ПИНРО - 2007. - 100 с.
60. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта// - М. - Пищепромиздат - 2001. - 525 с.
61. Дырхеева Н.С. О содержании металлов в рыбах с различным типом питания / Н.С. Дырхеева // Экология России и сопредельных территорий - материалы 6 междунар. экол. студ. конф. - Новосибирск - 2001. - С. 222-223.
62. Дятлов М. А. Рыбы Ладожского озера: Распространение, морфометрия, экология, пром. использование / М. А. Дятлов; Карел. науч. центр Рос. акад. наук, Ин-т биологии // - Петрозаводск - КНЦ РАН - 2002. - 280 с.
63. Дячук Т.И. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы и рыбопродуктов: Справочник / Т.И. Дячук // - М.: КолосС - 2008. - 365 с.
64. Житенева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А., Бойко Н.Е. Каноны природы в мире рыб / Л.Д. Житнева, Э.В. Макаров, О.А. Рудницкая // - Ростов-на-Дону: «Медиа-полис» - 2008. - 238 с.
65. Жуков П.И. Новый взгляд на происхождение и систематику рыбообразных и рыб. / П.И. Жуков. // Вопр. Рыбного хозяйства Белоруссии. Вып. 18. - Минск - 2002. - с. 16-27.
66. Иванов А. А., Физиология рыб: Учеб. пособие по спец. 310700 "Зоотехния" и 310800 "Ветеринария" / А.А. Иванов // - М : Мир - 2003. - 279 с.

67. Иванов А.А.Физиология рыб: учебное пособие для студентов вузов по специальности 110401 - «Зоотехния» и 111201 - «Ветеринария» / А.А. Иванов. - Изд. 2-е, стер. - СПб.: Лань - 2011.-279 с.
68. Ильмаст Н. В. Введение в ихтиологию : (учебное пособие) / Н.В. Ильмаст // - Петрозаводск: РанКарНЦ РАН - 2005. - 142 с.
69. Ихтиопатология: краткий курс лекций для студентов III курсанаправления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» / Сост.: И.Ю. Домницкий // - Саратов - ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ - 2016. - 120 с.
70. Калайда М.Л. Аквакультура как метод улучшения экосистемы в условиях ускоренного эвтрофирования../ М.Л. Калайда // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. В 2 т. Т.2. - Калининград - 2001. - С. 39-40.
71. Каримов Ф.А., Каримова С.Г. Анатомия и основы физиологии рыб: учебное пособие / Ф.А. Каримов, С.Г. Каримова // - Уфа: Башкирский ГАУ -2010. - 104 с.
72. Касьянов Г.И. Сырье и материалы рыбной промышленности / Г.И. Касьянов, Е.И. Иванова, С.В. Сарапкина и др. // - Краснодар - КубГТУ - 2005. - 384 с.
73. Касьянов Г.И. Технология переработки рыбы и морепродуктов / Г.И. Касьянов, Е.Е. Иванова, А.Б. Одинцов и др. // - Ростов н/Д - Издат. Центр «Марат» - 2001. - 415 с.
74. Кашулин Н. А. Ихтиологические основы биоиндикации загрязнения среды тяжелыми металлами: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.б.н.: спец. 03.00.10 / Н.А. Кашулин - Петрозаводск - 2000. - 42 с.
75. Кашулин Н. А., Рыбы малых озер Северной Фенноскандии в условиях аэротехногенного загрязнения = Fish responses on airborne pollution of small Northern Fennoscandia lakes / Н. А. Кашулин // - Апатиты : КНЦ РАН - 2004. - 130 с.
76. Кашулин Н.А. Ладожское озеро. Прошлое, настоящее, будущее / Н.А. Кашулин // - СПб. - Наука - 2002. - 327 с.
77. Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Михайленко В.Г. Кумжи, радужная форель, гольцы и перспективы их использования в озерах северо-запада России / С.П. Китаев, Н.В. Ильмаст, В.Г. Михайленко // - Петрозаводск: КарНЦ РАН - 2005. - 107 с.

78. Колесников А.А., Малинина Т.В., Афанасьев К.И., Калабушкина Б.А., Рубцова Г.А., Строганов А.Н., Новиков Г.Г. Исследование ДНК-полиморфизма популяции семги (*Salmo salar*) рек бассейна Баренцева и Белого морей/ А.А. Колесников, Т.В. Малинина, К.И. Афанасьев, Б.А. Калабушкина, Г.А. Рубцова, А.Н. Строганов, Г.Г. Новиков // Атлантический лосось (биология, охрана и воспроизводство): Тез. док. Междунар. конф. - Петрозаводск - 2000. - 124 с.
79. Комарова В.Г. Промысловая ихтиология / В.Г. Комарова // - Астрахань - Изд-во АГТУ - 2006. - 192 с.
80. Комарова Г.В. Промысловая ихтиология / Г.В. Комарова // - Астрахань - АГТУ - 2006. - 192 с.
81. Кондратьева С.А., Алябина Г.А., Сорокин И.Н. Вынос биогенных веществ с водосбора Ладожского озера и Финского залива / С.А. Кондратьева, Г.А. Алябина, И.Н. Сорокин //Ладожскому озеру - надежную защиту: Сб. науч. тр. - СПб.: ЛЕМА - 2009. - С. 63-72.
82. Коробейник А.В. Технология переработки и товароведение рыбы и рыбных продуктов / А.В. Коробейник // Ростов н/Д: Феникс - 2002. - 283 с.
83. Красная книга Российской Федерации: (Животные) Балашиха. - АСТ, Астрель. - 2001.-860 с.
84. Кудерский Л.А., Титов С.Ф. Пути формирования современного ареала Европейского подвида Атлантического лосося / Л.А. Кудерский, С.Ф. Титов // Атлантический лосось: биология, охрана и воспроизводство: Сб. научных трудов. - Петрозаводск: Ин-т биологии Кар. науч. центра РАН - 2003. - С 147-149.
85. Кудряшова А.А., Савватеева Л.Ю., Савватеев Е.В. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров / А.А. Кудряшова, Л.Ю. Савватеева, Е.В. Савватеев // - М. - Колос - 2007. - 304 с.
86. Кузицин К.В. Формирование и адаптивное значение внутривидового экологического разнообразия лососёвых рыб (семейство *Salmonidae*). : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.б.н.: специальность 03.02.06 / К.В. Кузицин // - М. - Биологический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова - 2010. - 51 с.
87. Куприна Е.Э. Идентификация промысловых гидробионтов ихтиологическими и инструментальными методами: Учеб. пособие / Е.Э. Куприна // - СПб. - Университет ИТМО - ИХиБТ - 2005. - 110 с.

88. Леман В.Н., Есин Е.В. Иллюстрированный определитель лососеобразных рыб Камчатки / В.Н. Леман, Е.В. Есин // - М. - Изд-во ВНИРО - 2008. -100 с.
89. Макеева А.П., Павлов Д.С., Павлов Д.А. Атлас молоди пресноводных рыб России / А.П. Макеева, Д.С. Павлов, Д.А. Павлов // - М. - Товарищество научных изданий КМК - 2011. - 383 с.
90. Маловастый К.С. Диагностика болезней и ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы. / К.С. Маловастый // - СПб.: Лань - 2013. - 512 с.
91. Мармузова Л.В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности: Учеб. пособие для среднего проф. образования / Л.В. Мармузова // - М. - ПрофОбрИздат - 2001. - 136 с.
92. Мартынов В.Г. Атлантический лосось (*Salmo salar L.*) на севере России / В.Г. Мартынов// - Екатеринбург: УрО РАН - 2007. - 414 с.
93. Микулин А.Е., Котенёв Б.Н. Атлас распространения рыбообразных и рыб / А.Е. Микулин, Б.Н. Котенев // - М. - Изд-во ВНИРО - 2007. - 176 с.
94. Минак М.Б., Перевозников М.А. Эколо-токсикологическое воздействие тяжелых металлов на ранние стадии онтогенеза лососевых рыб / М.Б. Минак, М.А. Перевозников // Проблемы экологической безопасности промысла рыб на внутренних водоемах. - Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ.: Выпуск 330 - Санкт-Петербург. - 2004. - С. 37-42.
95. Мишанин Ю.Ф. Ихтиопатология и ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы. / Ю.Ф. Мишанин // - СПб.: Лань - 2012. - 560 с.
96. Мишанин Ю.Ф., Касьянов Д.Г. Болезни рыб и ветсанэкспертиза: учеб. пособие / Ю.Ф. Мишанин, Д.Г. Касьянов // - Краснодар: КубГТУ, Эконвест - 2011.-120 с.
97. Мишанин Ю.Ф., Мишанин М.Ю. Практическая ветеринария: Учеб. пособие: Для студентов фак. ветеринар. медицины, учащихся зооветтехникумов / Ю. Ф. Мишанин, М. Ю. Мишанин. // - Ростов н/Д - МарТ - 2002. - 380 с.
98. Мудрецова-Висс К.А., Кудряшова А.А., Дедюхина В.П. Микробиология, санитария и гигиена: Учеб. для вузов / К.А. Мудрецова, А.А. Кудряшова, В.П. Дедюхина // - М. - Изд. Дом «Деловая литература» - 2001. - 388 с.
99. Мухачев И.С.Озерное товарное рыбоводство: Учебник / И.С. Мухачев // - СПб.: Лань - 2013. - 400 с.

100. Мэйтленд П.С., Линсел К., Сиделева В. Атлас рыб: Определитель пресноводных видов Европы / П.С. Мэйтленд, К. Линсел, В. Сиделева // - СПб.: ТИД Амфора - 2009. - 287 с.
101. Мягков Н.А. Атлас-определитель рыб: Кн. Для учащихся / Н.А. Мягков // - М.: Просвещение - 1994. - 282 с.
102. Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы Приморья / Н.П. Новиков, А.С. Соколовский, Т.Г. Соколовская, Ю.М. Яковлев // - Владивосток.: Дальрыбвтуз - 2002. - 552 с.
103. Осинов А. Г. Лососевые рыбы (Salmonidae, Salmoniformes): происхождение, эволюция, филогения, систематика, охрана : дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук в виде науч. докл. : спец. 03.00.10 / А.Г. Осинов // - М. - Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Биол. Фак. - 2004. - 48 с.
104. Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог / Н.В. Парин, С.А. Евсеенко, Е.Д. Васильева // - М.:КМК - 2014. - 736 с.
105. Перевезенцев Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство / Ю.А. Перевезенцев // - М. - Агропромиздат - 2003. - 370 с.
106. Перевозников М.А. Ихтиотоксикологические основы экологического мониторинга пресноводных водоемов (пестициды, тяжелые металлы) : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д.б.н.: специальность 03.00.16 / М.А. Перевозников - СПб - 2002. - 42 с.
107. Перевозников М.А. Экологические основы ихтиотоксикологического мониторинга водоемов. / М.А. Перевозников// Эколого-ихтиотоксикологические аспекты мониторинга пресноводных объектов. - Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. - СПб. - 2000. - С. 3-30.
108. Перевозников М.А., Аршаница Н.М. Токсикозы рыб с основами патологии : справочная книга / М.А. Перевозников, Н.А. Аршаница // - СПб.: ГОСНИОРХ - 2006. - 178 с.
109. Перевозников М.А., Богданова Е.А. Тяжелые металлы в пресноводных экосистемах / М.А. Перевозников, Е.А. Богданова // - Санкт-Петербург - 1999. - 228 с.
110. Перевозников М.А., Лашевская Т.И. Рыбы - биоиндикаторы ионов тяжелых металлов / М.А. Перевозников, Т.И. Лашевская // Эколого-

ихтиотоксикологические аспекты мониторинга пресноводных объектов. - Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. - СПб. - 2000. - С.41-45.

111. Пестрикова Л.И. Аквакультура форели в прибрежной зоне Баренцева моря./ Л.И. Пестрикова // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. В 2 т. Т.2. - Калининград - 2001. - С. 54-55.

112. Пестрикова Л.И. Радужная форель как объект марикультуры прибрежной зоны Баренцева моря : автореф. Дис. На соиск. Уч. Степ. К. б. н.: специальность 03.00.10 / Л.И. Пестрикова // - Петрозаводск - 2004. - 22 с.

113. Подубная И.В., Кияшко В.В. Сыревая база рыбной промышленности / И.В.Подубная, В.В.Кияшко//Саратов:ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ» - 2016. - 50 с.

114. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза пищевых продуктов: Учеб. 3-е изд., испр. и доп. / В.М. Позняковский // - Новосибирск - Изд-во Сиб. ун-та - 2002. - 556 с.

115. Позняковский В.М. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов промысла. Качество и безопасность: учебное пособие для вузов / В.М. Позняковский // - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во - 2005. - 311 с.

116. Позняковский В.М., Рязанова О.А., Каленик Т.К., Дацун В.М. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность. 2-е изд. / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, Т.К. Каленик, В.М. Дацун // - Новосибирск: Сиб. унив. Изд-во - 2007. - 311 с.

117. Пономарев С.В. Ихтиология: учебник / С.В. Пономарев, Ю.М. Баканева, Ю.В. Федоровых // - М. - МОРКНИГА - 2014. - 568 с.

118. Пономарев С.В. Лососеводство: Учебник / С.В. Пономарев // - М. - МОРКНИГА - 2012. - 561 с.

119. Попов П.А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации / П.А. Попов // - Новосибирск: Новосиб. Гос. Ун-т -2002. 270 с.

120. Попова Л. В. Товароведение пищевых продуктов : общие сведения о рыбе, региональный аспект : учебное пособие / Л.В. Попова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Рос. гос. торг.-экон. ун-т (РГТЭУ)", Юж.-Сахал. ин-т (фил.) // - Южно-Сахалинск - Сахалинская областная типография - 2012. - 130 с.

121. Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.) / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; под ред. А. К. Богерука // - Москва - Росинформагротех - 2006. - 316 с.

122. Потороко И. Ю. Товароведение и экспертиза рыбы и рыболовных товаров: учеб. пособие для студентов / И.Ю. Потороко; М-во образования Рос. Федерации. Юж.-Урал. гос. ун-т. Каф. "Товароведение и экспертиза потреб. товаров" // - Челябинск - ЮУрГУ - 2003. - 61 с.
123. Прусов С. В. Атлантический лосось (*Salmo salar* L.) реки Пено: (Экология, воспроизводство, эксплуатации) : Автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.б.н. : Спец. 03.00.10 / С.В. Прусов // - Петрозаводск - Петрозавод. гос. ун-т - 2004. - 24 с.
124. Райкова Е.Ю., Додонкин Ю.В. Теория товароведения: учебное пособие / Е.Ю. Райкова, Ю.В., Додонкин // - М.: Академия - 2003. - 240 с.
125. Репников Б.Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров. Учебное пособие / Б.Т. Репников // - М.: Дашков и Ко - 2007. - 220 с.
126. Родина Т.Г. Товароведение и экспертиза рыбных товаров и морепродуктов: учебник для вузов / Т.Г. Родина // - М.: Издательство центр «Академия» - 2007. - 400 с.
127. Руководство по ветеринарно-санитарному контролю качества рыбной продукции в условиях интегрированных технологий с учетом требований мировых стандартов для повышения конкурентоспособности продукции на рынке ВТО / Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всерос. НИИ ирригации, рыбоводства; подгот.: д.б.н. А. М. Наумова и др. // - Москва - Россельхозакадемия - 2013. - 30 с.
128. Румянцев Е.А. Некоторые аспекты становления фауны паразитов рыб в озерах. / Е.А. Румянцев // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. В 2 т. Т.2. - Калининград - 2001. - С. 15.
129. Рыболовлев В.Н., Перевозников М.А., Светашова Е.С. Исследования содержания тяжелых металлов в органах рыб, атмосферных осадках, воде и донных отложениях. / В.Н. Рыболовлев, М.А. Перевозников, Е.С. Светашова // Эколого-ихтиотоксикологические аспекты мониторинга пресноводных объектов. - Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. - СПб. - 2000. - С.62-68.
130. Рыжков Л.П. Биологические особенности пресноводного лосося *Salmo salar* L. *morpha selago* Girard в водоемах Карелии / Л.П. Рыжков// Адаптация и эволюция живого населения полярных морей в условиях океанического перигляциона.- Апатиты - 1999. - с. 91-109.

131. Рыжков Л.П., Крупень И.М. Пресноводный лосось Онежского озера / Л.П. Рыжков, И.М. Крупень // - Петрозаводск: - Петр ГУ - 2004. - 150 с.
132. Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю. Садковое рыбоводство в естественных водоемах: учебно-метод. пособие / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко // - Петрозаводск: Петр ГУ - 2005.-128 с.
133. Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю., Дзюбук И.М. Основы рыбоводства: Учебник / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук // СПб. - Лань - 2011. - 528 с.
134. Рязанова Н.Е. Многокритериальная оценка загрязненности крупного водоема: (на прим. Ладожского озера): автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.г.н.: специальность 25.00.27 / Н.Е. Рязанова – М. - 2004. – 26 с.
135. Савватеева Л.Ю. Классификация и товароведно-техническая характеристика рыбы и морепродуктов: учебное пособие для высшего профессионального образования / Л.Ю. Савватеева, О.Ю. Еремина // - Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК» - 2013. - 199 с.
136. Савватеева Л.Ю. Рыбные товары. Товароведение товаров животного и комбинированного происхождения: учебное пособие / Л.Ю. Савватеева // - Белгород: Кооперативное образование - 2007. - С. 190-289.
137. Савватеева Л.Ю.Функциональные свойства продуктов питания из рыбы и нерыбного сырья водного промысла / Л.Ю. Савватеева // - М.: А-Приор - 2008. - С. 189-222.
138. Салтыкова С.А. Сравнительный анализ особенностей накопления тяжелых металлов в рыбах и их паразитах (на примере экосистемы Ладожского озера) : автореф. дис. на соис. учен. степ. к. б. н: специальность 03.00.16 / С.А. Салтыкова - Петрозаводск. - 2006. - 23 с.
139. Сантарович Е.Э., Красикова С.Н., Одоева Г.А. Видовая идентификация рыбы и рыбопродукции / Е.Э. Сантарович, С.Н. Красикова, Г.А. Одоева // - Пищевая промышленность - 2004. - № 3. С. 12-13.
140. Сафранова Т.М. Технология продуктов из гидробионтов / Т.М. Сафранова, В.И. Шендерюк // М. - Колос - 2001. - 496 с.
141. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб / М-во сел. хоз-ва и продовольствия РФ// - М. - Отдел маркетинга АМБ - агро - 1998. - 310 с.
142. Сенченко Б.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животного и растительного происхождения / Б.С. Сенченко // Ростов н/Д - Издат. Центр «Март» - 2001. - 703 с.

143. Сергеева Н.А., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Перевозников М.А. Тяжелые металлы в Куйбышевском водохранилище./ Н.А.Сергеева, В.З.Латыпова, Н.Ю.Степанова// Эколого-ихтиотоксикологические аспекты мониторинга пресноводных объектов. - Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. - СПб. - 2000. - С. 300-310.
144. Сидоров Г. П., Лососеобразные рыбы водоемов европейского Северо-Востока / Г.П. Сидоров, Ю.С. Решетников // - Москва : КМК - 2014. - 345 с.
145. Сидоров Г.П., Решетников Ю.С. Лососеобразные рыбы водоемов европейского Северо-востока / Г.П. Сидоров, Ю.С. Решетников // М.: КМК. - 2014. - 400 с.
146. Смирнов Ю.А. Пресноводный лосось (экология, воспроизводство, использование) / Ю.А. Смирнов// - Ленинград.: Наука - 1979. - 156 с.
147. Соколова А.М. Санитарно-гигиеническая экспертиза пресноводной рыбы: методическое пособие / А.М. Соколова, Ю.А. Черемин, С.Н. Ченцова. Ю.Р. Горбунова // - Астрахань - Изд-во Астраханской медицинской академии - 2008. - 34 с.
148. Соколовский А.С., Дударев В.А., Соколовская Т.Г., Соломатов С.Ф. Рыбы российских вод Японского моря / А.С. Соколовский, В.А. Дударев, Т.Г. Соколовская, С.Ф. Соломатов // - Владивосток.: Дальнаука - 2007. - 200 с.
149. Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров: учебное пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Дальневосточный Федер. ун-т, Школа экономики и менеджмента; сост.: А.Г. Вершинина и др. // - Владивосток - Издательство Дальневосточного федерального университета - 2011. - 156 с.
150. Тылик К.В. Водные биоресурсы и аквакультура. Введение в профессию: учебное пособие / К.В. Тылик // - М. - МОРКНИГА - 2014. - 143 с.
151. Фрумин Г.Т. Экологическая химия и экологическая токсикология / Г.Т. Фрумин // - СПб.: РГГМУ.- 2000. 198 с.
152. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыбы / Н.И. Чугунова // М.: Изд-во АН СССР - 1959. - 164 с.
153. Шевченко В.В., Вытова А.А., Нилова Л.П., Карасева Е.И. Измерительные методы контроля показателей качества и безопасности продуктов питания: в 2-х ч. Ч. 2. Продукты животного происхождения / В.В.

Шевченко, А.А. Вытова, Л.П. Нилова, Е.И. Карасева // - СПб.: Троицкий мост - 2009. - 200 с.

154. Шепелев А.Ф. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров / А.Ф. Шепелев // - М.: МарТ - 2004. - 574 с.

155. Шепелев А.Ф., Кожухова О.И. Товароведение и экспертиза рыбы и рыбных товаров: Учебное пособие / А.Ф.Шепелев, О.И.Кожухова // - Ростов-на-Дону: «МарТ» - 2001. - 160 с.

156. Шибаев С.В. Промысловая ихтиология / С.В. Шибаев // - СПб. - «Проспект науки» - 2007. - 400 с.

157. Шустов Ю.А., Щуров И.Л., Ивантер Д.Э., Тыркин И.А. Пресноводный лосось: учебное пособие / Ю.А. Шустов, И.Л. Щуров, Д.Э.Ивантер, И.А. Тыркин // - Петрозаводск: Петр ГУ. - 2011. - 180 с.

158. Эндюс К. Болезни рыб. Профилактика и лечение / К. Эндюс, Э. Экселл, Н. Кэррингтон // - М. - Аквариум - принт - 2007. - 206 с.

159. . Hart P.J.B., Reynolds J.D. Fish biology and fisheries / P.J.B. Hart, J.D. Reynolds // - Blackwell Publishing - 2002. - 428 p.

160. Benoit H.P., Plante S., Kroiz M., Hurlbut T., A comparative analysis of marine fish species susceptibilities to discard mortality: effects of environmental factors, individual traits, and phylogeny / H.P. Benoit, S. Plante, M. Kroiz, T. Hurlbut // - ICES J. Mar. Sci. Vol. 70. N 1. - 2012. - P. 99–113.

161. Berra T.M. Freshwater fish distribution / T.M. Berra // - San Diego: Academic Press - 2001/ - P. 35-39.

162. Bone Q., Moore R. Biology of Fishes / Q. Bone, R. Moore // Taylor & Francis - 2008. - 478 p.

163. Browning A., Ortiz C., Boyce M.C. Mechanics of composite elasmoid fish scale assemblies and their bioinspired analogues. / A. Browning, C. Ortiz, M.C. Boyce // - J. Mech. Behav. Biomed. Mater. Vol. 19 - 2013. - P. 75–86.

164. Bruet B.J.F., Song J., Boyce M.C., Ortiz C. Materials design principles of ancient fish armour / B.J.F. Bruet, J. Song, M.C. Boyce, C. Ortiz // - Nat. Mater. Vol. 7 (9) - 2008. - P. 748–756.

165. Crisp D.T. Trout and Salmon: Ecology, Conservation and Rehabilitation / D.T. Crisp // - Blackwell - Fishing News Books - 2000. - 212 p.

166. Ershov A.M. Ecological and Quality Expertise of Fish Products / A.M. Ershov, L.Y. Savvatieva, E.V. Savvatiev, A.A. Kudryashova // - Norvay: The High North Center for Bussiones. - 2007. - 304 p.
167. Ershov A.M. Food Microbiology / A.M. Ershov, L.Y. Savvatieva, I.A. Rogov, O.A. Zemlyansky, E.V. Savvatiev, E.V. Evdokimov, N.V. Tikhonovich, O.P. Presnaykova // - Moscow: Pishchepromizdat - 2010. - p. 342-398.
168. Evans D.H., Claiborne J.B., Currie S. The Physiology of Fishes, Fourth Edition / D.H. Evans, J.B. Claiborne, S. Currie // - CRC Marine Biology Series - 2013. - 491 p.
169. Farrell A. (Ed.) Encyclopedia of Fish Physiology / A. Farrell // - From Genome to Environment Academic Press - 2011. - 2266 p.
170. Franck J., Vernerey A., Francois B. Skin and scales of teleost fish: Simple structure but high performance and multiple functions / J. Franck, A. Vernerey, B. Francois // - NY: Journal of the Mechanics and Physics of Solids. Vol. 68. N 2 - 2014. - P. 66-76.
171. Guidelines on: the care and use of fish in research, teaching and testing / Canadian Council on Animal Care // - Canada - Canadian Council on Animal Care, 2005. - 94 p.
172. Hastings P.A., Walker H.J., Galland G.R. Fishes: A Guide to Their Diversity / P.A. Hastings, H.J. Walker, G.R. Galland // - California - University of California Press - 2015. - 336 p.
173. Hyvarinen P., Vehanen T. Length at release affect movement and recapture of lake-stocked brown trout / P. Hyvarinen, T. Vehanen // - NorthAmerican: Journal of Fisheries Management - 2003. - p/ 1126-1135.
174. Ikoma T., Kobayashi H., Tanaka J., Walsh D., Mann S. Physical properties of type I collagen extracted from fish scales of *Pagrus major* and *Oreochromis niloticus* / T. Ikoma, H. Kobayashi, J. Tanaka, D. Walsh, S. Mann // - Int. J. Biol. Macromol. Vol. 32 (3-5) - 2003. - P. 199-204.
175. Jarkovsky J., Morand S., Simkova A., Gelnar M. Reproductive barriers between congeneric monogenean parasites / J.Jarkovsky, S.Morand, A.Simkova, M.Gelnar // - Pathol. Res. V. 92. - 2004. - P. 95-105.
176. Jawad L.A. Comparative morphology of scale for four teleost fishes from Sudan and Yemen / L.A. Jawad // - J. Nat. Histiry. Vol 39, N 28 - 2005. - P. 2643-2660.

177. Jonsson B. Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout / B. Jonsson // Springer - 2011. - 739 p.
178. Kesminas V., Virbickas T., Stakenas S. 2000. Lasisu rituoliu katadromine migracija / V. Kesminas, T. Virbickas, S .Stakenas // - Vilnius - Baltijos lasisa Lietuvoje - P. 36.
179. Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes / M. Kottelat, J. Freyhof // - Delemont - IUCN - 2007. - 660 p.
180. Kupper P. Age structure of salmo and sea trout spawning stock in the R. Narva and at coast of Hiumaa. I. / P.Kupper // MSc.: Thesis Taryu - 2000. - P. 1-63.
181. McHenery J. Johnson., J.D. Good news for salmon, bad news for sea lice / J. McHenery and J.D. Johnson // - Fish Veterinary Journal/ Vol. 5. - 2000. - P. 76-81.
182. Meyers M.A., Lin Y.S., Olevsky E.A., Chen P.Y. Battle in the Amazon: Arapaima versus Piranha / M.A. Meyers, Y.S. Lin, E.A. Olevsky, P.Y. Chen // - Adv. Eng. Mater. Vol. 14 - 2012. - P. 279–288.
183. Nagai T., Suzuki N. Isolation of collage from fish waste materials - skin, bone and fins / T. Nagai, N. Suzuki // - Food Chemistry. Vol. 68. N 3. - P. 277-281.
184. Nelson J.S. Fishes of the World, 4th Edition / J.S. Nelson // - Hoboken, New Jersey - John Wiley & Sons, Inc. - 2006. - 622 p.
185. Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V.H. Fishes of the World, 5th Edition/ J.S. Nelson, T.C. Grande, M.V.H. Wilson//Hoboken, NJ - John Wiley & Sons, Inc. - 2016. - 752 p.
186. Noakes D.J., Beamish R.J., Kent M.L. On the decline of Pacific salmon and speculative links to salmon farming in British Columbia / D.J. Noakes, R.J. Beamish, M.L. Kent // - Canada - Pacific Biological Station - 2000. - P. 363–386.
187. Özuluğ M., Acıpinar H., Gaygusuz Ö., Gürsoy C., Tarkan A.S. Effects of human factor on the fish fauna in a drinkingwater resource / M.Özuluğ, H.Acıpinar, Ö.Gaygusuz, C.Gürsoy, A.S.Tarkan // - Ömerli Dam Lake-Istanbul, Turkey - Res. J. Agric. Biol. Sci. V. 1. - 2005. - P. 50-55.
188. Pailler-Mattei C., Bec S., Zahouani H. In vivo measurements of the elastic mechanical properties of human skin by indentation tests / C. Pailler-Mattei, S. Bec, H. Zahouani // - Med. Eng. Phys. Vol. 30 (5) - 2008. - P. 599–606.
189. Parin N.V. An annotated catalog of fishlike vertebrates and fishes of the sea of Russia and adjacent countries. Part 1./N.V. Parin// - Journal of Ichthyology, 41 - P. 51-131.

190. Quinn Thomas P. The Behavior and Ecology of Pacific Salmon and Trout / T.P. Quinn // - University of Washington Press - 2005. - 263 p.
191. Schultz K. Field Guide to Saltwater Fish/ K. Schultz // - Wiley - 2003. - 284 p.
192. Schultz K. Guide to Freshwater Fish / K. Schultz // - Wiley - 2003. - 266 p.
193. Shustov Yu. A., Systra Y.J., Kuusela K., Pervazvansky V.Ya., Shurokov V.A., Koutaniemi L. Ichthiofauna in small lakes of the Paanajarvi in National Park / Yu. A. Shustov, Y.J. Systra, K. Kuusela, V.Ya. Pervazvansky, V.A. Shurokov, L. Koutaniemi // - Oulanka Reports - 2000. - p. 121-125.
194. Silver F.H., Siperko L.M., Seehra G.P. Review mechanobiology of force transduction in dermal tissue / F.H. Silver, L.M. Siperko, G.P. Seehra // - Skin Res. Technol - 2003. - P. 3–23.
195. Stanford J.A. The biocomplexity of the salmonid river ecosystems / J.A. Stanford // North American Bentological Soc. - Alaska: Anchorage - 2006. - P. 27-29.
196. Stem C., Margolis R., Salafsky N., Brown M. 2005. Monitoring and evolution in conservation: a review of the trends and approaches / C. Stem, R. Margolis, N. Salafsky, M.Brown // Conservation Biology. V. 19. - 2005.- P. 295-309.
197. Sudo S., Tsuyuki K., Ito Y. Ikohagi T. A study on the surface shape of fish scales / S. Sudo, K. Tsuyuki, Y. Ito, T. Ikohagi // - JSME Int. J. Ser. C-Mech. Syst. Mach. Elem. Manuf. Vol. 45. N 4 - 2002. - P. 1100–1105.
198. Titov S., Sandek D., Schurov I. Land-locked Salmon in the Ladoga and Onego basins / S. Titov, D. Sandek, I. Schurov// - SPs. - 2008. 32 p.
199. Vernerey F.J., Barthelat F. On the mechanics of fishscale structures / F.J. Vernerey, F. Barthelat // - Int. J. Solids Struct. Vol. 47(17) - 2010. - P. 2268–2275.
200. Vernerey F.J., Musiket K., Barthelat F. Mechanics of fish skin: a computational approach for bio-inspired flexible composites / F.J. Vernerey, K. Musiket, F. Barthelat // - Int. J. Solid Struct. Vol. 5. N 1. - 2014. - P. 274–283.
201. Wang S.A., Wang Z.W., Li G.L., Cao Y.P. The fauna of Hebei, China. Pisces. / S.A. Wang, Z.M. Wang, G.L. Li, Y.P. Cao // - Hebei: Science and Technology Publishing House - 2001. - 366 p.
202. Woo P.T.K., Noakes D.J. (eds.) Salmon: Biology, Ecological Impacts and Economic Importance / P.T.K. Woo, D.J. Noakes, eds. // - Nova Science Publishers, Inc. - 2014. - 347 p.
203. Yang W., Chen I.H., Gludovatz B.Z., Zimmerman E.A., Ritchie R.O., Meyers M.A. 2013a. Natural flexible dermal armor / W. Yang, I.H. Chen, B.Z.

Gludovatz, E.A. Zimmerman, R.O. Ritchie, M.A. Meyers // - Adv. Mater. Vol. 25 - 2013a. - P. 31–48.

204. Yang W., Gludovatz B., Zimmermann E.A., Bale H.A., Ritchie R.O., Meyers M.A. Structure and fracture resistance of alligator gar (*Atractosteus spatula*) armored fish scales / W. Yang, B. Gludovatz, E.A. Zimmermann, H.A. Bale, R.O. Ritchie, M.A. Meyers // - Acta Biomater. Vol. 9. N 4 - 2013b. - P. 5876–5889.

205. Zhu D., Barthelat F., Vernerey F.J. The intricate multiscale mechanical response of natural fish-scale composites/ D. Zhu, F. Barthelat, F.J. Vernerey // - Singapore: Pan Stanford Publishing - 2012a. - P. 12-25.

206. Zhu D., Ortega C.F., Vernerey F.J., Barthelat F. Structure and mechanical performance of a ‘modern’ fish scale / D. Zhu, C.F. Ortega, F.J. Vernerey, F. Barthelat // - Adv. Eng. Mater. Vol. 14. N 4. - 2012b. - P. 185–194.

207. Zhu D., Szewciw L., Vernerey F., Barthelat F. 2013. Puncture resistance of the scaled skin from striped bass: collective mechanisms and inspiration for new flexible armor designs. / D. Zhu, L. Szewciw, F. Vernerey, F. Barthelat // - J. Mech. Behav. Biomed. Mater. Vol. 24. - 2013. - P. 30–40.

**СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ****Статьи в журналах, рекомендованных ВАК**

208. Блузма, А.О. Морфометрический метод определения фальсификации рыбы / А.О. Блузма // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2017. - № 4. - С. 139-142.

209. Блузма, А.О. Определение фальсификации радужной форели / А.О. Блузма, В.Г. Урбан // Иппология и ветеринария. - 2017. - № 4. - С. 35-39.

210. Блузма, А.О. Определение видовой принадлежности рыбы семейства карповых / А.О. Блузма, В.Г. Урбан // Иппология и ветеринария. - 2017. - № 4. - С. 83-87.

**Список опубликованных работ по теме диссертации**

211. Блузма, А.О. Ветеринарно-санитарная экспертиза и определение видовой принадлежности рыбы / В.Г. Урбан, А.О. Блузма // СПб:СПбГАВМ. - 2017. - 32 с.

212. Блузма, А.О. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы/ В.Г. Урбан, А.О. Блузма, М.А.Ефремова // СПб: СПбГАВМ. - 2016. - 38 с.