

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ФГБНУ «ВНИРО»)**

На правах рукописи

Терпугова Надежда Юрьевна

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА ВОБЛЫ (*RUTILUS RUTILUS
CASPICUS*) В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО АНТРОПОГЕННОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ**

4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
доцент Грушко Мария Павловна

Москва 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Характеристика ареала и эколого-гидрологические условия нереста воблы в низовьях Волги.....	15
1.2. Систематическое положение и биологические особенности воблы (<i>Rutilus rutilus caspicus</i> , Jakowlew, 1870)	21
1.3 Эпидемиологически значимые паразиты, выявляемые у воблы: обзор зоонозов	23
1.4 Санитарно-эпизоотическая обстановка в Волго-Каспийском регионе	30
1.5 Влияние паразитарных заболеваний на качество рыбного сырья и его пищевую ценность	34
1.6. Пищевая ценность воблы и технология её переработки.....	36
1.7 Принципы и нормативы ветеринарно-санитарной экспертизы рыбной продукции.....	39
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	43
ГЛАВА 3. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РАННЕЙ МОЛОДИ ВОБЛЫ И СРЕДЫ ЕЁ ОБИТАНИЯ	51
3.1 Санитарно-бактериологическая оценка молоди воблы и нерестилищ дельты Волги.....	51
3.2 Паразитофауна молоди воблы на нерестилищах дельты Волги.....	55
3.3 Гематологические показатели ранней молоди воблы	71
3.4 Гистологические исследования молоди воблы	82
ГЛАВА 4. ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПРОДУКЦИИ ИЗ ВОБЛЫ	92
4.1 Размерно-весовые показатели воблы	93
4.2 Оценка качества продукции из воблы.....	95
4.2.1 Органолептические показатели качества рыбы.....	96
4.2.2. Физико-химические показатели качества продукции	98
4.3 Оценка биологической и санитарно-эпидемиологической безопасности	99
4.3.1. Микробиологические и токсикологические исследования	100
4.3.2 Паразитологические исследования	103
4.4. Санитарно-биологическое состояние организма рыбы	111
4.4.1 Гематологические показатели крови промысловой воблы.....	111

4.4.2 Патологоанатомические исследования воблы.....	113
4.5. Пищевая ценность продукции из воблы	129
4.5.1. Аминокислотный состав	129
4.5.2. Жирнокислотный и липидный профиль	132
4.5.3. Энергетическая ценность.....	138
4.5.4. Минеральный состав.....	139
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	144
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	146
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	147
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	179

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Рыбная отрасль традиционно занимает важное место в продовольственной системе Российской Федерации, обеспечивая население ценными белковыми ресурсами, необходимыми для полноценного и сбалансированного питания. Современные научные данные подтверждают, что уровень потребления рыбы представляет собой не только показатель состояния общественного здоровья, но и служит важным индикатором продовольственной и биологической безопасности государства [14, 80, 193]. Высокая биологическая ценность рыбы определяется содержанием в её тканях полного набора незаменимых аминокислот в физиологически сбалансированных пропорциях, что делает рыбный белок легкоусвояемым [76].

По данным аналитического обзора Россельхозбанка и Рыбного союза, в 2024 году средний уровень потребления рыбы на душу населения в России составил 22,7 кг, что на 18 % превышает аналогичный показатель 2022 года [90]. В ряде регионов, характеризующихся развитым рыболовством и исторически сложившимися традициями потребления рыбы, значения этого показателя существенно выше. По данным официальной статистики и отраслевых аналитических обзоров, Астраханская область, расположенная в пределах Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, входит в число российских регионов с наиболее высоким уровнем потребления рыбной продукции – от 20 до 30 кг на душу населения в год [151].

На фоне роста интереса к рыбной продукции и развития внутреннего туризма особое внимание уделяется традиционным промысловым видам Волго-Каспийского региона, в частности вобле (*Rutilus rutilus caspicus* Yakovlev, 1870), пользующейся наибольшим потребительским спросом среди рыбаков любителей и туристов. Будучи полупроходным эндемичным видом, вобла издавна играет ключевую роль в структуре вылова Каспийского бассейна и рационе населения региона [16, 43, 54, 202]. Доступность ресурса, сохранение традиционных способов переработки (вяление, соление) и стабильный спрос определяют статус воблы как экономически значимого и социально-культурно ценного объекта

рыбного промысла [15, 17, 106].

В последние годы отмечается ухудшение условий естественного воспроизводства воблы, обусловленное совокупным воздействием природных и антропогенных факторов [15]. Зарегулированный гидрологический режим Волги, сформировавшийся в результате строительства водохранилищ и плотин, не соответствует оптимальным требованиям для нереста. Это приводит к сокращению площадей нерестилищ, изменению гидрохимических показателей и микробиологического состояния водной среды, что негативно отражается на жизнеспособности потомства. Кроме того, зарастание нерестовых участков макрофитной растительностью и заиление грунтов создают благоприятные условия для развития условно-патогенной микрофлоры и усиления паразитарных инвазий среди водных организмов, включая воблу [142, 237, 240].

На фоне ухудшения гидрологических и экологических условий усиливаются риски паразитарного поражения молоди воблы, включая заражение видами, имеющими подтверждённую санитарно-эпидемиологическую значимость. Важно отметить, что отдельные эпидемиологически значимые паразиты обнаруживаются не только в охлаждённом сырье, но и в замороженной рыбе, что свидетельствует об устойчивости инвазий и неблагоприятной паразитарной обстановке. В таких условиях комплексная оценка качества продукции на основе ветеринарно-санитарных и биохимических показателей приобретает особую актуальность. Этот подход позволяет объективно охарактеризовать пищевую и биологическую ценность воблы, а также подтвердить её безопасность в современных экологических условиях.

Основанием для проведения данного исследования послужил комплекс факторов, характеризующих современное состояние популяции воблы и качество продукции, получаемой из неё:

- высокая востребованность воблы как объекта промышленного и любительского рыболовства, а также её значимость для регионального рынка пищевой продукции;
- ухудшение условий нереста и нагула вследствие зарегулирования стока р.

Волги, сокращение площадей нерестилищ и изменение гидрологических условий;

– недостаточная изученность влияния объемов весеннего паводка на экологические, биологические и эпизоотические показатели ранней молоди воблы, а также на её последующую жизнеспособность и воспроизводственный потенциал;

– фиксируемые случаи паразитарного заражения, включая виды, имеющие санитарно-эпидемиологическое значение, что повышает важность своевременной ветеринарно-санитарной оценки сырья;

– ограниченность и фрагментарность современных данных о пищевой ценности воблы, поскольку большинство исследований выполнено в 1970–1990-х годах и не отражает текущих экологических условий Каспийского бассейна;

– отсутствие комплексных сравнительных исследований свежей и вяленой воблы, несмотря на высокую популярность вяленой продукции среди потребителей;

– необходимость оценки безопасности воблы, как по микробиологическим, так и по паразитологическим, химико-токсикологическим, патоморфологическим показателям в соответствии с действующими ветеринарными и санитарными нормами.

В связи с этим возникла необходимость исследования эпизоотического состояния и жизнеспособности ранней молоди воблы, а также комплексной оценки состояния взрослых (промысловых) особей на основе гематологических, паразитологических, патоморфологических и биохимических показателей с позиций ветеринарно-санитарной экспертизы.

Степень разработанности темы. Проблемы паразитарных заболеваний промысловых видов рыб, включая полупроходную воблу, являются актуальными как с точки зрения эпизоотологии, так и ветеринарно-санитарной экспертизы продукции. Ряд отечественных исследований подтверждает наличие у воблы широкого спектра паразитов, в том числе зоонозных, представляющих эпидемиологическую угрозу при употреблении в пищу недостаточно обработанной рыбы [48, 122, 132-134, 185].

В рамках проведенных научных исследований в органах и тканях, как молоди, так и взрослых особей воблы были выявлены личинки таких гельминтов, как *Opisthorchis felineus*, *Eustrongylides excisus*, *Apophallus muehlingi* [107, 135, 253]. Ряд исследований был посвящён паразитарной нагрузке на молодь воблы в условиях дельты Волги [26, 124-125, 219], где на обширном эмпирическом материале описана структура паразитофауны, интенсивность и экстенсивность инвазии личинок и мальков. Однако основное внимание в этих работах сосредоточено на учёте паразитов и видовом составе гельминтофауны, в то время как влияние инвазии на физиологическое состояние рыб, особенно в раннем онтогенезе, оценивается ограниченно.

В региональных и международных публикациях [219, 253, 256] указано на зоонозную опасность паразитофауны воблы, подтверждённую обнаружением *Anisakis schupakovi* и других видов у представителей каспийской воблы, что требует усиления контроля при обработке и потреблении рыбопродукции. Кроме того, содержание отдельных токсичных элементов у рыб, включая воблу, рассмотрено в исследованиях [243-244], в которых показано, что концентрации тяжёлых металлов в мышечной ткани выловленных особей не превышают установленных нормативов. Работы, охватывающие гематологические и патоморфологические изменения у воблы под влиянием инвазий, единичны и преимущественно затрагивают взрослых особей. Гистологическая и иммунопатологическая реакция молоди при заражении метацеркариями трематод ранее практически не изучалась, что создаёт существенный пробел в понимании патогенеза инвазий у ранних возрастных групп рыб в условиях пойменной экосистемы.

Также остаются недостаточно исследованными вопросы ветеринарно-санитарной экспертизы воблы, особенно с учётом микробиологических, паразитологических и химических показателей качества рыбной продукции из промысловой воблы. В литературе преобладают сведения об инвазии и пищевой ценности воблы в целом, но отсутствует комплексная оценка взаимосвязи паразитарной и санитарной нагрузки с качеством продукта и рисками для

потребителей.

Таким образом, несмотря на наличие значительного объёма работ, данная тематика требует дальнейшей разработки. Особую актуальность представляет изучение эпизоотического состояния молоди воблы на нерестилищах дельты Волги, оценка влияния заражения паразитами на морфофункциональные параметры и жизнеспособность, а также санитарно-ветеринарная экспертиза рыбы и продукции из неё. Остаётся актуальной необходимость в проведении комплексного исследования, включающего гистопатологический и гематологический анализ молоди воблы, а также оценку состояния промысловых особей по морфофункциональным и паразитологическим показателям. Отдельные публикации упоминают о наличии неопластических процессов у воблы [47, 232], включая новообразования, однако целостных данных о распространённости таких поражений и их ветеринарно-санитарной значимости нет. Роль опухолей как диагностического критерия при ветеринарно-санитарной экспертизе рыб также остаётся недостаточно освещённой.

Исследования, посвящённые пищевой и биологической ценности воблы, ограничены в основном данными конца XX – начала XXI века [78, 86, 204]. Современная экологическая обстановка Каспийского региона, включая изменение гидрологического режима Волги, ухудшение нерестовых условий, снижение водности и трансформацию кормовой базы, может существенно влиять на химический состав, содержание макро- и микроэлементов, жирнокислотный и аминокислотный профили рыбы. Однако комплексных сравнений свежей и вяленой воблы с использованием современных методов аналитической химии практически не проводилось.

Микробиологическое состояние и безопасность воблы освещены ограниченно, а данные о содержании токсичных элементов (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк) носят разрозненный характер. Отсутствует целостное понимание того, как современные гидроэкологические условия и паразитарное состояние популяции отражаются на санитарных показателях рыбы, в том числе влияя на безопасность и качество продукции.

Имеются публикации, описывающие гематологические реакции различных видов рыб на стрессовые и инвазионные факторы, однако данные о том, как эти процессы проявляются у молоди воблы в условиях ухудшающихся нерестовых условий, в научной литературе отсутствуют. Комплексного анализа гематологических, гистологических, паразитологических и биохимических данных в единой системе практически нет.

Цель исследования – комплексная ветеринарно-санитарная оценка воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) в условиях современного антропогенного воздействия в Волго-Каспийском регионе на основе анализа санитарного состояния среды обитания, паразитарной нагрузки и морфофункционального состояния ранней молоди и половозрелых особей.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Оценить санитарно-бактериологическое состояние нерестилищ дельты Волги и ранней молоди воблы.
2. Определить структуру и особенности паразитарных инвазий ранней молоди и половозрелых особей воблы, включая выявление эпидемиологически значимых видов.
3. Установить влияние гидрологических условий и паразитарной нагрузки на гематологические показатели молоди и половозрелых особей воблы.
4. Выявить морфофункциональные и патологические изменения органов и тканей воблы на основе гистологических исследований.
5. Провести ветеринарно-санитарную оценку промысловой воблы с учётом паразитологических, микробиологических и токсикологических показателей.
6. Определить биологическую и пищевую ценность воблы и продукции из неё.

Научная новизна работы. Впервые проведена комплексная ветеринарно-санитарная, паразитологическая, гематологическая и гистологическая оценка ранней молоди и половозрелых особей воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) на нерестилищах и в биотопах дельты Волги. Установлены взаимосвязи между

экологическими факторами среды, уровнем паразитарной инвазии, морфофункциональными изменениями организма рыб и качеством рыбного сырья. Выявлены диагностически значимые гематологические изменения у ранней молоди воблы при инвазии трематодами, отражающие развитие стрессовых и воспалительных реакций. Впервые дана гистопатологическая характеристика опухолевых и опухолеподобных процессов у половозрелой воблы, включая базалиому и аденокистому, определена их встречаемость и потенциальное значение для ветеринарно-санитарной оценки рыбной продукции. Получены новые сведения о санитарно-микробиологическом состоянии молоди и промысловой воблы, свидетельствующие об отсутствии патогенной микрофлоры при низком уровне бактериальной контаминации и характеризующие санитарное состояние биотопов дельты Волги. Впервые показано, что трансформация гидрологического режима дельты Волги и изменение санитарно-экологических условий нерестилиц оказывают влияние на формирование паразитарных очагов, гематологический статус и гистологическую структуру тканей воблы на различных этапах онтогенеза, что имеет принципиальное значение для современной ветеринарно-санитарной оценки рыбного сырья.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные результаты уточняют представления о реакции организма воблы на паразитарные и санитарно-экологические факторы среды на различных этапах онтогенеза и их роли в формировании морфофункциональных изменений.

Установлена связь между уровнем паразитарной нагрузки и гематологическими и гистологическими показателями, что дополняет научные положения ветеринарной ихтиопатологии и расширяет подходы к ветеринарно-санитарной оценке промысловых рыб при изменённом гидрологическом режиме. Получены новые данные о пищевой ценности и безопасности свежей (свежемороженой) и вяленой воблы, уточняющие характеристики качества рыбной продукции в Волго-Каспийском регионе и формирующие научную основу для совершенствования ветеринарно-санитарной экспертизы, а также системы санитарного и эпизоотического мониторинга.

На основании результатов исследования подготовлены материалы, которые включены в Методические рекомендации «Гистологическое исследование новообразований у промысловых видов рыб при ветеринарно-санитарной оценке» [223].

Материалы исследования используются в научно-исследовательской и образовательной деятельности и могут применяться в практической работе органов ветеринарного надзора и предприятий рыбоперерабатывающей отрасли при оценке качества, безопасности и технологической пригодности рыбного сырья и продукции. Результаты исследования и разработанные методические рекомендации «Гистологическое исследование новообразований у промысловых видов рыб при ветеринарно-санитарной оценке» внедрены в научно-исследовательскую деятельность ФГБНУ «ВНИРО» при выполнении работ по оценке физиологического состояния рыб, а также используются в учебном процессе ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» (в том числе в Санкт-Петербургском морском рыбопромышленном колледже) и ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева» при подготовке специалистов по направлениям «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и «Водные биоресурсы и аквакультура».

Методология и методы исследований. Исследование выполнено на основе комплексного междисциплинарного подхода с применением паразитологических, гематологических, гистологических, микробиологических, токсикологических, биохимических и ветеринарно-санитарных методов анализа. Оценка морфофункционального состояния рыб, уровня паразитарной инвазии, санитарно-микробиологических показателей и качества рыбного сырья проводилась с использованием общепринятых и современных аналитических методик, обеспечивающих достоверность результатов. Пищевая и биологическая ценность воблы изучена с применением методов биохимического и химико-аналитического анализа. Статистическая обработка данных выполнена с использованием методов вариационной статистики.

Положения, выносимые на защиту:

1. Гидрологические и санитарно-экологические условия нерестилищ дельты Волги являются значимыми факторами, формирующими жизнеспособность, эпизоотическое состояние и морфофункциональный статус ранней молоди воблы.
2. Паразитарные инвазии выступают одним из ведущих факторов развития морфофункциональных нарушений у молоди воблы, что проявляется изменениями гематологических и гистологических показателей.
3. Очаги гельминтозов пространственно неоднородны и наиболее выражены в восточной части дельты Волги, что требует приоритетного ветеринарно-санитарного контроля данной акватории.
4. У половозрелой воблы выявлены инвазионные и опухолевые поражения органов и тканей, подлежащие учёту при ветеринарно-санитарной экспертизе и оценке качества рыбного сырья.
5. Свежемороженая и вяленая вобла при соблюдении регламентированных режимов обработки соответствуют действующим требованиям безопасности и характеризуются высокой пищевой и биологической ценностью.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность полученных результатов обеспечена достаточным объёмом исследованного материала, репрезентативностью выборок, применением стандартизированных и апробированных методов паразитологического, гематологического, гистологического, микробиологического, токсикологического и биохимического анализа, а также воспроизводимостью полученных данных. Статистическая обработка результатов выполнена с использованием общепринятых методов вариационной статистики с применением параметрических критериев достоверности различий, включая t-критерий Стьюдента.

Основные научные результаты диссертации были представлены и получили положительную оценку на заседании Учёного совета ФГБНУ «ВНИРО».

Материалы диссертации представлены на: VII, VIII и IX научно-

практической конференции молодых ученых с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса» (Москва, 2019-2021 гг.); 63-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета, посвященной 25-летию Астраханского государственного технического университета (Астрахань, 2019 г.); 64-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета, посвященной 90-летию со дня образования Астраханского государственного технического университета (Астрахань, 2020 г.); 65-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета (Астрахань, 2021 г.); 66-й Международной научной конференции Астраханского государственного технического университета (Астрахань, 2022 г.); VII Всероссийской конференции с международным участием «Школа по теоретической и морской паразитологии» (Севастополь, 2019 г.); XXII Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России» (Махачкала, 2020 г.); II Международном конкурсе научно-исследовательских работ (Уфа, 2020 г.); конференции молодых ученых «Актуальные проблемы биологии развития» (Москва, 2021 г.); XXIII Международной научной конференции с элементами школы для молодых ученых «Влияние изменения климата на биологическое разнообразие и распространение вирусных инфекций в Евразии», посвященной 90-летию Дагестанского государственного университета (г. Махачкала, 2021 г.); Научной-практической конференции с международным участием «Продовольственная безопасность и производственный ветеринарно-санитарный контроль на предприятия АПК» (Москва, 2025 г.); XIX международном конгрессе диетологов и нутрициологов «Оптимальное питание – основа продолжительной и активной жизни», посвященный 95-летию ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва, 2025 г.).

Личный вклад автора. Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно и является результатом многолетних научных и мониторинговых исследований. Автором сформулирована научная проблема, определены цель и

задачи исследования, обоснованы методологические подходы и методы их решения, выполнена экспериментальная часть работы, проведены анализ и интерпретация полученных данных, сформулированы выводы и практические рекомендации. Вклад других исследователей, результаты которых использованы при подготовке диссертации, надлежащим образом отражён в публикациях и библиографических ссылках по теме исследования.

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликованы 13 научных работ, в том числе 5 научных работ в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, изданы методические рекомендации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 188 страницах машинописного текста и включает введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты собственных исследований, заключение, список литературы и приложения. Диссертация содержит 51 рисунок и 24 таблицы. Список литературы включает 280 источников, в том числе 28 иностранных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Характеристика ареала и эколого-гидрологические условия нереста воблы в низовьях Волги

Дельта реки Волги представляет собой сложный природный комплекс, развитие и современное состояние которого определяется совокупностью факторов, прежде всего климатическими изменениями, колебаниями уровня Каспийского моря и масштабом антропогенной нагрузки [252]. Её гидрографическая сеть насчитывает около 800 естественных водотоков [10]. Дельта имеет форму неравномерного треугольника, вершиной которого является узел отделения крупного левого дельтового рукава — Бузана — от основного русла Волги ниже с. Верхнелебяжье (Наримановский район, Астраханская область).

Современная структура дельты имеет пять систем крупных магистральных дельтовых рукавов: Бузан — наиболее крупная и сложная система, Болда — вторая по площади система, далее идёт Камызяк, Старая Волга и система Бахтемир, занимающая небольшую площадь в крайней западной части дельты [10].

Речная система дельты реки Волги подразделяется на восточную и западную, а также районы западных и восточных подстепных ильменей. Морской край дельты имеет протяжённость свыше 200 км и подвержен значительным колебаниям, связанным с ежегодными и многолетними изменениями уровня Каспийского моря.

В дельте реки Волги встречаются два типа водоёмов: речные и озёрные [13, 62]. К первым относятся рукава, протоки, ерики и банки, ко вторым — култучные ильмени, култуки и временные водоёмы, образующиеся в половодье — полои. Водоёмы речного типа являются для полупроходных рыб миграционными путями и местами зимовки (или зимовальных скоплений), а озёрные водоёмы (в первую очередь полои) — местом нереста и нагула их молоди.

Нерестилища низовьев дельты реки Волги обеспечивают естественное воспроизводство большинства полупроходных и речных видов ценных

промысловых рыб Волго-Каспийского района. Основными нерестовыми массивами для полупроходной воблы являются временно заливаемые водоёмы (полои), которые образуются в результате затопления низин дельты в период весеннего половодья [252]. Дно таких водоёмов покрыто свежей луговой, а также влаголюбивой высшей растительностью.

Приказом Минсельхоза России от 18 ноября 2014 г. № 453 [183] на территории Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна утверждён перечень нерестилищ полупроходных и речных рыб, которые затапливаются в период половодьях в пойме реки Волги и её водотоков. В данном перечне нерестилища разделены на восточную и западную зоны, а также Волго-Ахтубинскую пойму, и составляют в общей сложности 51 затапливаемый участок в период весеннего половодья.

Общая площадь нерестилищ полупроходных и речных видов рыб в дельте Волги составляет 459 тыс. га. Наибольшую часть формирует восточная зона (251 тыс. га), западная часть занимает 148 тыс. га, Волго-Ахтубинская пойма — 59 тыс. га. Многолетние наблюдения [2, 91, 246, 214-216, 239] свидетельствуют, что эффективность воспроизводства полупроходных и речных рыб определяется характером половодья — прежде всего максимальным уровнем воды, формирующим площади временно заливаемых водоёмов (полоев) и их продуктивность.

Эффективное воспроизводство воблы в полях дельты реки Волги обеспечивается благоприятным гидрологическим режимом, влияющим на продолжительность периода обводнения нерестилищ [37, 61, 172-173, 192, 176, 239]. Кроме того, существенным условием успешного нереста является длительность гидрологического существования пойменных участков, под которой понимается интервал от начала их затопления до полного отделения от постоянной гидросети (протоков и ериков) в период снижения уровней половодья. Указанный временной промежуток включает фазу прогрева воды в полях до оптимальных для нереста температур, занимающую в среднем 4-9 суток, стадию эмбрионального развития икры продолжительностью 6-14 суток, а

также этап постэмбрионального личиночного развития молоди воблы, длящийся до 40 суток [41, 119-120].

После ввода в эксплуатацию Волжской гидроэлектростанции, являющейся крупнейшей в Европе, обводнение дельты Волги стало осуществляться за счёт регулируемых искусственных попусков воды из водохранилищ, что привело к коренной трансформации гидрологического режима нижнего течения реки и её дельтовой области [112-113, 117-118]. Изменение гидрологического режима и его нестабильность на акватории дельты повлекли за собой перестройку всей водной экосистемы в Волго-Каспийском регионе. Объём речного стока в весенне-летний период оказывает большое влияние на своевременность и продолжительность залития пойм, эффективность нереста рыб, роста и развития молоди. Изменение гидрологического режима повлекло за собой перераспределение полупроходных и речных рыб в русле дельты — интенсивность хода рыб на нерестовые массивы в различные рукава определяется теперь водностью реки [160, 241].

За последнее столетие обводнение нерестовых угодий в нижней реке Волги непостоянное. До зарегулирования речного стока (1930-1940 гг.) оно составляло около 700 тыс. га, а в условиях зарегулирования стока (с 1957 г.) произошло увеличение водопотребления для нужд промышленности и сельского хозяйства (когда происходило особенно интенсивное изъятие волжской воды на развитие растениеводства и увеличение пастбищных площадей), что привело к сокращению нерестовых массивов.

В 1967 г. для обводнения юго-восточной части дельты Волги путём перекрытия западного волжского рукава подъёмной плотиной был построен Астраханский водodelитель, что должно было повлиять на улучшение условий воспроизводства полупроходных и речных видов рыб Волго-Каспийского района в маловодные годы. По плану он позволял существенно увеличить продолжительность весенне-летнего половодья в восточной части дельты, где располагается большая часть нерестилищ. Однако водodelитель работал всего лишь 6 раз, и общая продолжительность его работы составила 160 дней. По большей части, он начинал свою работу в конце половодья, когда уровень воды

значительно снижался, продолжительность его эксплуатации составляла 20-30 дней. Согласно мнению ряда учёных, проводивших анализ работы Астраханского вододелителя [33, 60, 177, 248] в годы его активной работы, а также в современный период (в неработающем состоянии) было выявлено пассивное влияние сооружения вододелителя в вершине дельты Волги на гидрологический режим нижней зоны дельты.

Зарегулирование стока Волги в результате строительства гидроэнергетического комплекса привело к существенным изменениям гидрологического режима нижнего течения реки и её дельты. После ввода в эксплуатацию Волжской гидроэлектростанции затопление дельты Волги стало осуществляться за счёт регулируемых искусственных попусков из водохранилищ, объёмы и режим которых формируют площади заливаемых нерестовых и нагульных угодий. В ходе эксплуатации Волжской ГЭС сократились весенний и годовой сток, снизились максимальные уровни паводка, уменьшилась продолжительность половодья и период стояния воды в дельте Волги, при одновременном увеличении скоростей подъёма и спада паводковых вод [2, 9, 108, 110]. За 50 лет (1971-2020 гг.) только в 19 случаях объём речного стока превысил 120 км^3 , что соответствовало требованиям рыбного хозяйства. Вместе со снижением объёмов речного стока произошли существенные изменения во внутригодовом распределении стока [61] — сток весеннего половодья уменьшился почти на 30 % по сравнению с естественными условиями, а меженный сток, особенно в зимний период, увеличился более чем в 2 раза [19].

В остальные годы условия воспроизводства рыб оставались неблагоприятными. На фоне низких объёмов регулируемых весенних попусков воды выделяются 1975-1977, 1984, 1996, 2006, 2011, 2015 и 2019 гг., характеризовавшиеся выраженной маловодностью и сокращённой продолжительностью половодного периода. В эти годы весенний сток составлял $56,8-76,5 \text{ км}^3$, а продолжительность половодья не превышала 19-31 суток [2, 108-109, 239]. В условиях маловодных лет попуски воды из Волгоградского водохранилища, как правило, осуществлялись с запозданием, в связи с чем,

основной нерест полупроходных видов рыб, включая воблу, проходил преимущественно в русловых участках рек и в авандельте. Такие условия нереста сопровождались снижением его эффективности и неблагоприятно отражались на формировании численности молоди [9, 110, 239, 242].

По годам периоды половодья можно разделить на экстремально маловодные, маловодные, средневодные и многоводные.

В *экстремально маловодных периодах* (менее 80 км³) половодье характеризуется кратковременными, очень поздними и низкими гидрологическими показателями. Залитие нерестилиц обычно происходит с опозданием на несколько суток, а в некоторых случаях заливаются только ерики, входные каналы и низменные участки нерестилиц [239]. Из-за низкой скорости подъёма и быстрого спада волны половодья создаются неблагоприятные условия для икрометания и инкубации икры – это нехватка нерестового субстрата, мест нереста для различных видов рыб и колебания уровня и температуры воды. Именно на таких нерестовых площадях скапливается большое количество личинок рыб, что может привести не только к пищевой конкуренции [92], а также способствовать интенсивному истреблению их хищниками и созданию условий для паразитарных инвазий [6]. Также сокращается период нагула личинок и ранней молоди рыб в полоях (продолжительность нагула молоди рыб составляет от 7 до 20 суток) [237], которая при снижении паводка выносится в реку, что приводит к снижению её выживаемости. К окончанию половодья доля жизнестойкой молоди (стадия развития F-G) составляет не более 12,0 % [238]. К годам экстремально маловодным относятся 1975-1977 гг., 1984 г., 1996 г., 2006 г., 2011 г., 2015 г. и 2019 г. Соответственно в этот период урожайность молоди полупроходных и речных рыб была очень низкая.

В *маловодном периоде* (менее 100 км³) половодье характеризуется также незначительными низкими показателями. Нерест полупроходных и речных рыб наблюдается обычно до образования разливов в прибрежье водотоков. В дальнейшем по мере поступающей воды часть икры и личинок из этих водотоков заносится в полой, обводнение которых достигает обычно до 96 %. Однако,

следующий затем быстрый спад волны половодья приводит к ускоренному сходу воды и выносу молоди рыб на ранних этапах её развития из полоев и прибрежной зоны в култучную часть дельты и море. В таких неблагоприятных случаях, процентная доля жизнестойкой молоди составляет от 25-60 %. Продолжительность нагула личинок и ранней молоди рыб в этот период составляет от 26 до 32 суток [237]. Стоит отметить, что позднее залитие полоев снижает показатели кормовой базы (мелкие формы зоопланктона — коловратки), которые будут способствовать пищевой конкуренции. За последние 20 лет (2001-2021 гг.) маловодные периоды отмечены 4 раза: в 2009-2010 гг., 2012 г., 2014 г.

В *средневодный период* (менее 120 км³) обстановка для естественного воспроизводства рыб приближена к оптимальным условиям. Благодаря ранним попускам воды в низовьях дельты обеспечивается её прогрев в реке до нерестовых значений (8 °С) и обводнение полоев, которые могут осваивать производители. Медленное сокращение суточных сбросов с Волжского гидроузла позволяет обеспечить благоприятные условия для ската молоди с полоев. Срок нагула личинок и ранней молоди обычно составляет от 32 до 45 суток. К завершению нагула молодь рыб достигает покатных этапов развития (F и G), при которых сформированы все жизненно важные органы, а также чешуйчатый покров, реакция для защиты от хищников и активность в поиске пищи. Выживаемость молоди в такой период обычно составляет до 70 % [239]. В целом, в средневодные годы в дельте Волги благоприятно характеризуются по продолжительности половодья, а также по объёму биопродуктивного стока, который позволяет повысить урожайность молоди рыб. За последние 20 лет (2001-2021 гг.) к средневодным годам относят 2003-2004 гг., 2007-2008 гг., 2017-2018 гг.

Многоводный период (более 120 км³) характеризуется высокой урожайностью молоди рыб. Гидрологические показатели половодья отвечают требованиям рыбного хозяйства к объёму и режиму попусков воды в дельту Волги. Начало залития нерестилищ синхронизировано с наступлением нерестовых температур воды (от 8 °С), что благоприятствует заходу

производителей на нерест. В многоводные годы практически вся площадь нерестилищ затапливается, что позволяет распространиться максимальному количеству особей по всей территории. Кроме того, в такой период наибольших значений достигает биомасса зоопланктонных организмов, которые являются кормовыми объектами для ранней молоди рыб. Продолжительность нагула молоди длится от 42 до 70 суток [239]. Численность молоди каждого вида рыб на нерестилищах в такие периоды выше в 1,5-2 и более раз, по сравнению с другими периодами. Многоводные годы за последний ряд лет (2001-2021 гг.) были в 2001-2002 гг., 2005 г., 2013 г., 2020 г.

Таким образом, в многоводные периоды заливаются практически все нерестовые площади дельты Волги, составляя 459 тыс. га [40], что обеспечивает благоприятные условия для нереста воблы. В маловодные годы объём обводнения нерестилищ составляет менее 60 %, при этом задерживаются сроки залития полоев, что приводит к массовому скоплению производителей рыб с различными экологическими особенностями на небольших участках нерестилищ, а также к их единовременному икрометанию. Все эти факторы, приводящие к нерестовой конкуренции производителей воблы с другими видами полупроходных и речных рыб, оказывают негативное влияние на нерест, развитие личинок и мальков воблы, а в дальнейшем, соответственно, на снижение её выживаемости [1-2, 40].

1.2. Систематическое положение и биологические особенности воблы (*Rutilus rutilus caspicus*, Jakowlew, 1870)

Вобла (*Rutilus rutilus caspicus*) относится к полупроходным видам рыб, её систематическое положение приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Таксономическая принадлежность воблы

Группа	Рыбы, <i>Pisces</i>
Тип	Хордовые, <i>Chordata</i>
Подтип	Черепные, <i>Craniata</i>
Класс	Лучеперые рыбы, <i>Actinopterygii</i>
Отдел	Костистые, <i>Teleostei</i>
Отряд	Карпообразные, <i>Cypriniformes</i>
Надсемейство	Карпоподобные, <i>Cyprinoide</i>
Семейство	Карповые, <i>Cyprinidae</i> (Bonaparte, 1832)
Род	Плотва– <i>Rutilus</i> (Ratinesque, 1820)
Вид	Плотва– <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)

Подвид	Вобля <i>R. rutilus caspicus</i> (Jakowlew, 1870)
Источник: подготовлено автором по учебным материалам [152].	

Данный вид является эндемиком Каспийского моря и представлен несколькими стадами, включая северокаспийское, азербайджанское (юго-западная и южная зоны) и туркменское (юго-восточная зона). Наиболее многочисленной является северокаспийская часть популяции воблы, обитающая в акватории Северного Каспия и включающая два самостоятельных стада – волжское и уральское [15, 237].

Первые подробные сведения о вобле были изложены в обширных «Очерках Каспийского моря», подготовленных под руководством академика Карла фон Бэра (К.М. Бэр) по результатам Каспийской экспедиции 1853-1856 гг., целью которой было изучение причин снижения рыбного промысла в Каспийском бассейне [203]. Одной из приоритетных задач экспедиции К.М. Бэр считал всестороннее научное определение видового состава каспийских рыб, поскольку в тот период, по его оценке, в систематике каспийской ихтиофауны наблюдался существенный разрыв между теоретическими представлениями науки и практикой рыболовства [203]. Полученные в ходе экспедиции материалы позволили К.М. Бэру упорядочить систематику рыб Каспийского моря, включая воблу, которую ранее известный исследователь П.С. Паллас ошибочно относил к ельцам (*Cyprinus grislagine*) [22, 103].

В дальнейшем В. Е. Яковлев (1871) отнес воблу к виду плотвы, определив различие между воблой и плотвой, установив её систематическое положение в 1870 г. и дав название *Leuciscus rutilus var caspicus* как разновидности плотвы [21]. Л. С. Берг в 1912 г. описал воблу как полупроходной подвид плотвы, обозначив её *Rutilus rutilus caspicus* (Jakowlew, 1870) [21-22], и это название сохраняется до сих пор.

Тело воблы удлинённое, умеренно уплощённое с боков. По сравнению с плотвой вобла характеризуется полунижним типом рта, при этом вершина рыла располагается ниже уровня края глаз. Глоточные зубы однорядные. Чешуйный покров представлен крупной, плотно прилегающей чешуёй серебристо-белой

окраски [237]. Спинной и хвостовой плавники имеют оранжево-красноватый оттенок, остальные плавники серые с черной оторочкой по краям. Радужина глаза имеет оранжевый цвет, с красным пятном в верхней части зрачка (рис. 1).



Рисунок 1 – Вобла *Rutilus rutilus caspicus* (Jakowlew, 1870).

От плотвы вобла также отличается меньшим числом лучей в спинном плавнике, более высокими спинным (D) и анальным (A) плавниками и более длинными грудными (P) и брюшными (V) плавниками. Также у воблы больше высота головы и крупнее глаза [22]. Еще одним большим отличием между полупроходной воблой и типичной пресноводной плотвой являются экологические условия существования.

Вобла распространена вдоль всего побережья Каспийского моря. Северокаспийская вобла нагуливается преимущественно в северной части Каспийского моря, ограничиваясь изогалинами 10-11 ‰, за исключением уральской бороздины, где данный вид встречается единично [237]. Для нереста вобла заходит в реки, при этом, как правило, не поднимается высоко вверх по течению. Промышленный вылов каспийской воблы ведётся в дельте реки Волги (Астраханская область) весной и осенью [96, 171, 184, 220].

1.3 Эпидемиологически значимые паразиты, выявляемые у воблы: обзор зоонозов

По результатам многолетнего мониторинга и эпизоотологических исследований, в составе промысловых водных биоресурсов, реализуемых на

территории Российской Федерации, выявлено более 40 семейств рыб, ракообразных и моллюсков, способных быть носителями не менее 27 видов гельминтов, обладающих потенциальной опасностью для человека [12, 38, 249]. Расширение географии поставок водных биоресурсов и рост импорта рыбы повышают риск заноса и распространения паразитарных зоонозов, включая гельминтов, ранее нехарактерных для отдельных регионов. Так, молекулярное исследование импортной рыбы на рынке Казахстана выявило широкое разнообразие зоонозных видов гельминтов, что подчёркивает потребность в регулярном санитарном контроле и мониторинге [259, 279].

К наиболее эпидемиологически значимым природно-очаговым инвазиям относят описторхоз, дифиллоботриоз, анисакидоз и ряд других заболеваний. Данные биогельминтозы характеризуются хроническим течением, способностью вызывать осложнения, поражения печени и желчевыводящих путей, а в отдельных случаях – приводить к летальному исходу [34, 44, 84, 175]. При отсутствии адекватной диагностики и своевременного лечения возможно развитие стойких деструктивных изменений, приводящих к инвалидности пациентов.

Актуальность паразитарных заболеваний, передающихся через рыбу, подтверждается и современными данными территориальных органов Роспотребнадзора. В частности, в Астраханской области отмечается стабильное выявление случаев описторхоза, клонорхоза, дифиллоботриоза и анисакидозов, что обусловлено как экологическими особенностями региона (дельта Волги, высокая плотность водно-болотных угодий), так и культурно-бытовыми привычками населения, связанными с потреблением недостаточно обработанной рыбной продукции [161].

Доказано, что при употреблении воблы, не прошедшей достаточную термическую обработку или санитарную экспертизу (например, вяленой или малосолёной продукции), существует реальная угроза заражения инвазионными личинками паразитических нематод и трематод, включая представителей семейства *Anisakidae* и *Opisthorchiidae*. Данные паразиты выявляются в

промысловых рыбах Волжско-Каспийского бассейна, в том числе в вобле, и оцениваются при ветеринарно-санитарной экспертизе продукции для обеспечения безопасности [50, 122, 213]. Заражение человека нематодами семейства Anisakidae через потребление рыбы с живыми личинками признано фактором риска пищевых паразитарных болезней [257]. В процессе паразитологических исследований половозрелых особей воблы, обитающих в дельте Волги, было установлено наличие четырёх видов паразитов, представляющих эпидемиологическую опасность.

Описторхоз.

Описторхоз занимает ведущее место среди природно-очаговых гельминтозов, передающихся при употреблении заражённой пресноводной рыбы. Высокая распространённость заболевания, его тяжёлое течение и риск развития хронических поражений гепатобилиарной системы определяют значимость данной инвазии в санитарно-эпидемиологическом отношении. Возбудителем описторхоза является плоский трематод *Opisthorchis felineus* – представитель семейства Opisthorchiidae, отряда Opisthorchiida, класса Trematoda. Паразит характеризуется ланцетовидной формой тела, размерами 4-13 мм в длину и 1-3,5 мм в ширину, при этом у человека паразит достигает крупных размеров по сравнению с аналогичными формами, обнаруживаемыми у животных [174-175].

Жизненный цикл *O. felineus* является сложным и включает три звена: первым промежуточным хозяином выступают пресноводные моллюски (роды *Bithynia*), вторым – рыбы, преимущественно семейства Cyprinidae (карповые), а окончательным хозяином является человек или плотоядные млекопитающие. Распространение инвазии выходит за пределы очагов природной эндемичности. Данная особенность объясняется значительной подвижностью вторых промежуточных хозяев (рыб), способных мигрировать на расстояния до нескольких сотен километров в пределах водоёмов. Кроме того, перемещение дифинитивного хозяина – человека, а также транспортировка инфицированной рыбы способствуют распространению инфекции в неэндемичных регионах [187].

По данным эпидемиологического надзора, случаи местной передачи

описторхоза зарегистрированы в 31 субъекте Российской Федерации, включая Курганскую, Свердловскую, Пермскую, Челябинскую, Томскую, Тюменскую и Новосибирскую области, Алтайский край, Ханты-Мансийский автономный округ, Астраханскую область, а также ряд республик Поволжья и Сибири [34]. Ещё в 40 регионах Российской Федерации регистрируются завозные и спорадические случаи заболевания, что отражает тенденцию к расширению ареала заболеваемости.

Согласно официальным данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, зафиксирована устойчивая тенденция к снижению уровня заболеваемости описторхозом. Тем не менее, в 2023 году было зарегистрировано 14 256 случаев, что составило 9,72 на 100 тыс. населения и превысило аналогичный показатель 2022 года на 23 %. В 2024 году уровень заболеваемости сохранялся на прежнем уровне – 9,40 на 100 тыс. населения. Примечательно, что основная доля заболевших приходилась на городское население – 73,4 %, тогда как в сельской местности зафиксировано всего 26,6 % случаев [162-164].

Несмотря на официальную статистику, отдельные исследования указывают на возможное недоучтённое течение эпидемического процесса. По мнению ряда авторов [3, 144, 179, 197], фактический уровень заболеваемости значительно превышает регистрируемый. Это обусловлено рядом факторов: во-первых, отсутствие специфических симптомов, особенно в начальной фазе заболевания; во-вторых, полиморфизм клинических проявлений, которые схожи с другими инфекционными и соматическими состояниями [218]. Так, анализ эпидемического эпизода, произошедшего в Красноярском крае в 2016 году, показал, что в острой стадии заболевания больным выставлялись различные предварительные диагнозы: лихорадка неясной этиологии – в 46,2 % случаев, клещевой энцефалит – в 38,4 %, острые респираторные вирусные инфекции – в 7,7 %, менингит – в 7,7 % [197]. Эти данные свидетельствуют о сложности клинического выявления ранних форм заболевания в эндемичных и прилегающих к ним территориях.

Пути заражения описторхозом хорошо изучены и связаны, как правило, с употреблением рыбы, не прошедшей достаточную термическую обработку. Основным эпидемиологический риск представляют блюда из вяленой, малосолёной и домашней рыбы, особенно карповых видов. Дополнительным фактором риска является потребление икры и другой продукции домашнего приготовления, купленной у несанкционированных продавцов или на стихийных рынках. Выявление и нейтрализация этих факторов требует межведомственного взаимодействия между органами ветеринарного контроля, санитарно-эпидемиологической службы и муниципальными органами.

Анизакидоз.

Анизакидоз – это зоонозный гельминтоз, вызываемый инвазионными личинками нематод семейства Anisakidae, проникающими в организм человека, как правило, через употребление в пищу сырой, слабо просолённой или недостаточно термически обработанной рыбы и морепродуктов. Заболевание представляет собой острое или хроническое паразитарное поражение желудочно-кишечного тракта, часто сопровождающееся выраженной аллергической реакцией и, в ряде случаев, требующее хирургического вмешательства [52-53, 254, 277, 280].

Нематоды рода *Anisakis* имеют большую эпидемиологическую и ветеринарно-санитарную значимость в пищевой цепи. Паразиты обладают сложным жизненным циклом с участием ракообразных (как первого промежуточного хозяина), рыб (как второго хозяина) и морских млекопитающих – окончательных хозяев. В рыбе личинки нематод локализуются в брюшной полости, на поверхности внутренних органов, в брыжейке и других тканях тела, при этом они способны мигрировать и частично проникать в мышечную ткань, что сохраняет потенциальную угрозу заражения даже при продукции, не имеющей видимых признаков порчи [52, 256, 275, 280].

В Волго-Каспийском рыбохозяйственном бассейне, включая Астраханскую область, анизакидоз приобретает особое значение в связи с активным промыслом полупроходных видов рыб, включая воблу. Основным патогенным видом,

выявленным у этих гидробионтов, является *Anisakis schupakovi* [122, 155, 219, 253].

Международные эпидемиологические наблюдения указывают на рост числа зарегистрированных случаев анизакидоза в последние десятилетия, что связано с популярностью блюд из сырой, слабосоленой и вяленой рыбы, расширением экспорта морепродуктов и глобализацией кулинарных привычек [122, 254, 264, 272]. Австралийские ученые [277] проведя обзор более 760 клинически подтверждённых случаев анизакидоза, зарегистрированных в разных странах мира с 1965 по 2022 гг. делают вывод о недооценке реального распространения анизакидоза и необходимости более активного эпидемиологического надзора.

Эустронгилидоз.

Эустронгилидоз – зоонозное заболевание, вызываемое личиночными стадиями нематод рода *Eustrongylides* (семейство *Dioctophymatidae*), способными паразитировать в организме, как рыб, так и человека. Возбудитель обладает сложным жизненным циклом с участием двух промежуточных хозяев (олигохеты и рыбы) и окончательного хозяина – водоплавающих птиц из семейства цаплевых (*Ardeidae*), что обуславливает широкое распространение паразита в заболоченных пойменных территориях, характерных для дельты Волги и северного Прикаспия [48-49, 51, 122, 219].

Согласно исследованию А. М. Абдыбековой [253], в Казахском секторе Каспийского моря зафиксированы случаи заражения промысловых рыб личинками *E. excisus*, включая такие виды, как судак, берш, окунь и вобла. В частности, у воблы были выявлены инкапсулированные личинки в брюшной полости и на печени, что подтверждает потенциальную роль данного вида в эпидемиологической цепи передачи эустронгилидоза [253].

Личинки *E. excisus* могут инвазировать внутренние органы рыб – печень, брыжейку, кишечник – и в отдельных случаях проникать в мышечную ткань, что затрудняет визуальное обнаружение при санитарной экспертизе [274]. Это имеет значение при санитарной экспертизе рыбопродукции, особенно в традиционно потребляемых формах – вяленой или слабосоленой рыбе, популярной в

Астраханской области.

Несмотря на то, что заражение человека регистрируется относительно редко, клинические проявления могут быть крайне тяжёлыми. В литературе описаны случаи миграции личинок *E. excisus* через стенку желудка и кишечника, приводящие к перфорациям, перитониту, абсцессам и образованию эозинофильных гранулём, требующим хирургического вмешательства [266]. Паразит резистентен к медикаментозной терапии в тканевой фазе, что делает профилактику критически важной.

Санитарно-ветеринарное значение *E. excisus* определяется визуальной заметностью паразита, снижением товарной ценности рыбы и угрозой зоонозной трансмиссии. Продукция, содержащая жизнеспособных личинок, подлежит выбраковке или утилизации [154].

Факторами, способствующими распространению эустронгилидоза в Волго-Каспийском бассейне, являются: высокая численность водоплавающих птиц – окончательных хозяев; наличие олигохет в донных иловых отложениях, выполняющих роль первого промежуточного звена; широкое использование малообработанной рыбы (воблы, судака, окуня) в пищу населением региона.

Ввиду сложности обнаружения паразита при стандартной санитарной оценке и потенциальной эпидемиологической опасности, особую актуальность приобретает внедрение паразитологических исследований на предприятиях первичной переработки рыбы, особенно в Астраханской области.

Апофаллоз.

Апофаллоз – гельминтоз, вызываемый метацеркариями трематод рода *Apophallus* (Heterophyidae), заслуживает пристального внимания в контексте санитарно-ветеринарного контроля пресноводной рыбы. В Волго-Каспийском бассейне, особенно в дельте Волги и Астраханской области, исследования, проведённые в период 2005-2018 гг., выявили *Apophallus muehlingi* как ведущего представителя паразитофауны личинок воблы – массового промыслового вида [29, 125, 221].

Согласно материалам экспериментов, трематода *A. muehlingi* оказалась

доминирующей в паразитофауне молоди воблы – встречалась у 7,7 % особей, при максимальных значениях частоты до 27 % в определённые годы. Контакт рыбы с заражёнными моллюсками в зоне пойменной сети способствовал накоплению метацеркариев в мышечных и брюшных тканях [29].

Вобла является основным источником инвазии для человека по нескольким причинам:

1) Вобла – один из наиболее доступных для населения видов, используемых как в свежем виде, так и в традиционных продуктах (вяленой, малосолёной);

2) Высокая заражённость молоди. По данным выборки (9373 особи воблы), экстерриториальная частота метацеркариев достигала критических уровней, особенно при задержках в полях, что увеличивает дозу заражения при поедании рыб [29];

3) Риск для здоровья человека. Хотя клинические данные по апофаллозу у людей в регионе ограничены, известно, что метацеркарии *Apophallus* могут вызывать у человека кишечные симптомы – боль, расстройство пищеварения, аллергические реакции – при недостаточной термической обработке рыбы.

Возникает ключевая проблема: метацеркарии *Apophallus* практически не визуализируются при традиционной санитарной оценке и могут находиться в мышцах рыбы. Диагностика заболеваний, вызванных *Apophallus spp.*, затрудняется вследствие маловыраженности или неспецифичности клинических проявлений инвазии, что требует улучшения как лабораторно-инструментального контроля на рыбоперерабатывающих предприятиях, так и информированности населения.

1.4 Санитарно-эпизоотическая обстановка в Волго-Каспийском регионе

В современных научных работах по ветеринарии и ихтиопатологии подчёркивается значимость изучения условно-патогенной микрофлоры и возбудителей антропозоонозов, циркулирующих в водных экосистемах, как фактору биобезопасности и качества рыбной продукции. Данный аспект приобретает особую актуальность в связи с наращиванием промышленного изъятия водных биоресурсов и интенсификацией аквакультуры, что усиливает

эпизоотологические и санитарно-эпидемиологические риски и требует дополнительных мер биобезопасности, особенно в экологически уязвимых регионах, таких как Волго-Каспийский бассейн [249, 253].

Рыбы, как промежуточные или окончательные хозяева широкого круга патогенов, нередко становятся источником зоонозной инфекции при употреблении в пищу [52, 93, 280]. Устойчивость ихтиофауны к инфекционным и паразитарным агентам оказывает непосредственное влияние не только на сохранение биологического разнообразия и рыбопродуктивность водоёмов [29, 95], но и на санитарно-гигиеническую безопасность пищевой рыбной продукции [155]. В связи с этим комплексная паразитолого-санитарная оценка состояния водных организмов рассматривается как одно из ключевых направлений санитарно-эпизоотических исследований [249, 256].

Санитарно-эпизоотические исследования в Волго-Каспийском регионе ведутся с середины прошлого века [132]. Данный регион как уникальная экосистема сталкивается с биологическими и экологическими вызовами, требующими постоянного мониторинга и аналитической оценки рисков. К ключевым задачам относятся установление распространённости и динамики инфекционных и паразитарных болезней гидробионтов и оценка их влияния на структуру экосистемы, состояние рыбных ресурсов и ветеринарно-санитарную безопасность пищевой рыбной продукции.

Многолетние микробиологические исследования, проведённые в водоёмах дельты Волги, свидетельствуют о стабильном выявлении широкого спектра условно-патогенной и сапрофитной микрофлоры, включая энтеробактерии (в частности, представители рода *Citrobacter*), псевдомонады, аэромонады, а также грамположительные микроорганизмы – бациллы, микрококки, дрожжи и плесневые грибы [136, 157, 165-167]. По данным ряда авторов, ключевым фактором, формирующим микробиологическую ситуацию в дельтовых биотопах, являются гидрологические условия, в том числе объёмы и сроки весеннего половодья, определяющие трофические связи, скорость обмена веществ и характер поступления органических соединений в водную среду [132].

Особую обеспокоенность вызывает факт высокой вирулентности бактериальных штаммов, выделенных из абиотических компонентов среды, а также из водных организмов, в первую очередь – из промысловых видов рыб. Установленная патогенность этих микробных ассоциаций, включая штаммы с множественной лекарственной устойчивостью, указывает на напряжённый эпизоотический и эпидемиологический потенциал акватории и представляет угрозу не только для экосистемы, но и для санитарно-гигиенической безопасности пищевой рыбной продукции, особенно при недостаточной технологической обработке [132, 166-167].

Таким образом, обобщение накопленных данных позволяет рассматривать дельту Волги как регион с высоким уровнем микробиологической нагрузки, где водная среда, ихтиофауна и пищевая рыбная продукция формируют эпидемиологически неблагоприятную обстановку, требующую регулярного санитарного мониторинга и профилактических мероприятий.

Особое внимание при исследовании эпизоотологической обстановки в Волго-Каспийском регионе следует уделить временно заливаемым участкам водно-болотных угодий (поймам), которые играют ключевую роль в жизненном цикле рыб. Эти биотопы обеспечивают оптимальные условия для нереста, выклева и начальных этапов онтогенеза молоди. Экологическая значимость подобных водоёмов заключается в их способности поддерживать численность популяций промысловых видов рыб, способствуя естественному воспроизводству ихтиофауны в дельте Волги.

Отдельные положения обзора литературы по паразитофауне молоди рыб в Волжско-Каспийском регионе, ранее изложенные автором в опубликованных работах [51, 125, 219], показали, что, несмотря на обширный массив исследований её паразитологического состояния [5, 7, 8, 26-27, 29, 32, 45, 82-83, 94-95, 105], большинство из них сосредоточено на прибрежных участках основного русла Волги, в акватории Астраханского биосферного заповедника и в нерестово-выростных хозяйствах. Сведения о гельминтофауне молоди рыб, обитающей на естественных нерестилищах пойменных (полойных) водоёмов, остаются

ограниченными и носят фрагментарный характер, что указывает на недостаточную изученность данного компонента экосистемы и обосновывает необходимость проведения целенаправленных исследований.

Таким образом, несмотря на значительный объём накопленных сведений о паразитофауне молоди рыб в Волжско-Каспийском регионе, пространственная и биотопическая представленность этих данных остаётся неравномерной. В частности, исследования, выполненные на естественных нерестилищах пойменных (полойных) водоёмов, носят эпизодический характер и не отражают современных условий функционирования экосистем. Отсутствие современных данных по этим биотопам ограничивает возможность комплексной и верифицируемой оценки эпизоотического риска, особенно на фоне изменения гидрологического режима, многолетних колебаний водности и потенциального роста паразитарной нагрузки. Большинство доступных сведений о паразитофауне в полоях восходит к исследованиям более чем полувековой давности, что подчёркивает необходимость обновлённого мониторинга и методически сопоставимых обследований.

Массовая инвазия молоди карповых и окуневых рыб метацеркариями *A. muehlingi* и *A. donicus*, наблюдаемая в дельте Волги с 1980-х годов, представляет существенную эпидемиологическую и ветеринарно-санитарную проблему. Расширение очагов этих трематодозов напрямую связано с проникновением и успешной акклиматизацией в водной системе региона пресноводного моллюска *Lithoglyphus naticoides*, выполняющего роль первого промежуточного хозяина в жизненном цикле паразита. По данным Л. И. Бисеровой [29], на отдельных участках дельты Волги экстенсивность инвазии молоди карповых достигала 100 %, летальность мальков при апофаллезе могла достигать 80 %.

Расширение ареалов возбудителей и увеличение численности как окончательных, так и промежуточных хозяев были обусловлены благоприятными для их развития гидрологическими и климатическими условиями региона. На этом фоне *A. muehlingi* и *A. donicus* заняли доминирующее положение в составе паразитофауны молоди окуневых и карповых видов [29, 98, 125].

Отсутствие регулярного мониторинга динамики паразитарных инвазий в указанных экосистемах чревато дальнейшим снижением их рыбопродуктивности. В условиях риска эпизоотических вспышек и деградации естественных нерестилищ особую значимость приобретает оценка паразитологических угроз в пойменных (полойных) водоёмах дельты Волги. Эти биотопы, отличающиеся высокой экологической уязвимостью, способны выступать резервуарами и источниками распространения инфекционных и инвазионных заболеваний, что напрямую отражается на сохранении биоразнообразия, устойчивости популяций и воспроизводственном потенциале водных биоресурсов региона.

1.5 Влияние паразитарных заболеваний на качество рыбного сырья и его пищевую ценность

Рыба как объект промысла и источник полноценного белка занимает важное место в обеспечении продовольственной безопасности и формировании здорового рациона населения. В условиях роста интереса к функциональному питанию продукция на основе рыбы рассматривается не только как традиционный пищевой ресурс, но и как носитель широкого спектра биологически активных соединений, способных оказывать профилактическое и терапевтическое воздействие на организм человека [75-76].

Отдельные виды промысловых рыб обладают уникальными нутриентными характеристиками: высоким содержанием незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот омега-3, минеральных веществ (фосфор, йод, селен), а также жирорастворимых витаминов А, D и E, участвующих в регуляции метаболических процессов [255, 262]. При этом пищевая ценность рыбы может существенно варьировать в зависимости от целого ряда факторов, включая видовую принадлежность, возраст, пол, сезон и условия обитания.

Паразиты рыб являются важной составляющей водных экосистем и, как правило, не нарушают гомеостаз хозяев при умеренной нагрузке. Вместе с тем высокие качественные характеристики рыбного сырья могут быть существенно снижены в результате паразитарных инвазий. Во-первых, поражение тканей (жабр, печени, кишечника, мышц) сопровождается локальными воспалительными

и деструктивными изменениями, гранулёмобразованием и фиброзом, что приводит к ухудшению органолептических свойств рыбы: изменяются текстура и сочность мяса, возникают очаги побурения, кровоизлияния, а также появляются посторонние привкусы и запахи [148, 274]. Наличие видимых личинок (нематод, а также метацеркариев трематод) в мышцах и полостях тела приводит к непривлекательности продукта, росту объёмов зачистки, ограничению направлений переработки и, при определённых критериях, к выбраковке или условному использованию по результатам ветеринарно-санитарной экспертизы [143, 258, 263].

Во-вторых, морфологическая перестройка и очаговая некротизация мышечной ткани приводят к снижению водоудерживающей способности и технологической упругости филе, уменьшая выход годной продукции, ухудшая качество посола, вяления и копчения, а также стабильность фаршевых и эмульсионных систем [85, 270, 273]. На биохимическом уровне хроническая инвазия и воспаление сопровождаются сдвигами белково-липидного обмена и углеводного статуса тканей (в том числе изменением запасов гликогена), что отражается на нутритивном профиле и сроке годности сырья [39, 85, 269].

Показательно исследование европейского хека (*Merluccius merluccius*), заражённого *Anisakis* spp.: у самок в группе с инвазией отмечено снижение содержания углеводов на 6,5 %, кальция – на 17 %, а также уменьшение доли полиненасыщенных жирных кислот (арахидоновой – на 33 % и эйкозапентаеновой – на 15 %) по сравнению с непаразитированными особями [268]. Эти изменения указывают на потенциальное ухудшение пищевой ценности и технологических свойств сырья при высокой интенсивности заражения [276].

Согласно актуальным исследованиям по функциональным рыбным продуктам, паразитарные заболевания промысловых рыб рассматриваются как фактор, способный ограничивать направления использования сырья для продукции лечебно-профилактического назначения из-за влияния на безопасность и нутритивный профиль [77, 85]. Это особенно актуально в контексте задач развития аквакультуры и рыбообработывающей промышленности,

ориентированных на выпуск продукции лечебно-профилактического назначения. Следует подчеркнуть, что совокупность рыночных факторов – свободный ввоз на внутренний рынок продукции из карповых (в т.ч. воблы) без должного контроля, а также высокая мобильность населения – формирует предпосылки к ухудшению эпидемиологической ситуации по паразитарным заболеваниям в Российской Федерации. По мере роста внутреннего туризма и популярности любительского рыболовства расширяется круг потребителей необеззараженной вяленой или копченой рыбы, что увеличивает долю оказавшихся в зоне эпидемического риска.

Основной путь инфицирования человека – употребление необезвреженной продукции из карповых, содержащей жизнеспособные личиночные стадии паразитов. К продукции с повышенными санитарно-гигиеническими рисками относятся вяленая и солёная рыба, холодного копчения, строганина и блюда из сырого сырья; в качестве источника могут выступать различные виды карповых: вобла, лещ, язь, карп, карась, чехонь и др. [145, 148].

Для пресноводных карповых рыб (вобла, лещ, язь, сазан, карась и др.) наиболее значимым зоонозом остаётся описторхоз, вызываемый метацеркариями *O. felineus*. Классические исследования показали, что при посоле в тузлуке плотностью 1,20 (массовая доля соли в мышцах около 14 %) метацеркарии сохраняли жизнеспособность до 10-21 суток у мелкой рыбы и до 40 суток у крупной (более 25 см) [186]. Это означает, что в бытовых условиях, где режимы посола и вяления не контролируются, риск сохранения инвазионных личинок чрезвычайно высок.

Таким образом, обеспечение высокого качества рыбного сырья требует комплексного подхода: регулярного паразитологического мониторинга, санитарно-паразитологической экспертизы и применения регламентированных режимов обезвреживания на всех этапах – от вылова до переработки.

1.6. Пищевая ценность воблы и технология её переработки

Вобла представляет собой важный объект промысла в Волжско-Каспийском бассейне и характеризуется высокой пищевой ценностью. Вобла используется как ценное сырьё для производства разнообразной рыбной продукции в

промышленных условиях, а также перерабатывается в домашних условиях традиционными методами. Особенности химического состава, пищевая и биологическая ценность, а также устойчивый потребительский спрос обуславливают необходимость детального изучения переработки этого вида рыбного сырья с позиций ветеринарно-санитарной оценки.

На современном этапе ассортимент продукции из воблы включает как традиционные, так и современные виды переработки, осуществляемые в соответствии с действующими техническими условиями и нормативными документами [195]. К основным видам продукции относятся живая рыба (используемая в том числе для зарыбления водоёмов), охлаждённая и мороженая продукция (неразделанная, потрошёная, в виде тушки), солёная рыба (различной степени просола), вяленая, сушёная и сушёно-вяленая продукция, а также изделия холодного и горячего копчения, подкопчённая и копчёно-вяленая продукция [195, 220]. В соответствии с современными стандартами и техническими условиями, в промышленных условиях из воблы формируется широкий ассортимент рыбной продукции, ориентированный на различные категории потребителей и способы использования.

Следует отметить, что в последние десятилетия существенным спросом пользуются переработанные формы воблы в виде снековой продукции – ломтики, соломка, стружка, палочки, чипсы, филе и др., как в вакуумной упаковке, так и без неё. Из икры воблы получают солёную пробойную и ястычную икру, включая ароматизированные варианты [195-196, 220].

Исторически производство консервов из воблы (например, в томате или собственном соку) имело ограниченное распространение. В 1930-1990 гг. выпуск составлял не более 5-10 млн усл. банок в год [86, 195-196]. Однако, в современных условиях основное направление остаётся за сушено-вяленой и вяленой продукцией.

Физико-химические и биохимические характеристики являются важными параметрами, определяющими пищевую ценность рыбного сырья, его качество и пригодность к переработке. Среди них особое значение имеют содержание влаги,

жира, белка, а также аминокислотный и жирнокислотный состав, поскольку они отражают физиологическое состояние рыбы и влияют на органолептические и питательные свойства конечной продукции.

Показатели химического состава мышечной ткани варьируют в зависимости от ряда факторов: сезона вылова, стадии половой зрелости, условий среды, возрастной и видовой принадлежности рыб. Вобла демонстрирует типичное для представителей семейства карповых высокое содержание влаги, что обусловлено её физиологической адаптацией к пресноводной среде.

Содержание белка в мышечной ткани воблы составляет в среднем 18,2-18,4 %, что является стабильным показателем при оценке её пищевой ценности. Уровень жиров колеблется от 2 до 5 %, демонстрируя сезонную изменчивость – максимальные значения фиксируются в осенний период, что связано с накоплением энергетических резервов перед зимовкой и нерестом [204].

Вобла представляет собой ценную пищевую рыбу благодаря высокому содержанию легкоусвояемого белка, полиненасыщенных жирных кислот, а также значительному уровню макро- и микроэлементов: фосфора, кальция, железа, серы, витаминов В1, В2, РР, А, D и Е. Согласно ряду источников, 100 г вяленой воблы могут обеспечивать до 30 % суточной потребности организма человека в железе и никотиновой кислоте, участвующих в процессах кроветворения и клеточного метаболизма [76, 115-116, 204, 255].

Особый интерес в контексте оценки пищевой ценности представляет икра воблы, которая по ряду питательных показателей превосходит мышечную ткань. Установлено, что содержание белка в икре достигает 25,5 %, а жира – около 2,9 % от общей массы рыбы. Икра также содержит значительное количество кальция, фосфора и серы – элементов, играющих ключевую роль в формировании костной ткани и регуляции обменных процессов [204, 212]. Химический состав мышечной ткани и различных частей тела свежей воблы представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав частей тела свежей воблы, %

Объект исследования	Влага	Жир	Белок	Зола
Целая рыба	72,4	5,0	18,2-18,4	1,2-3,5
Мясо	77,9	2,4-2,5 весна	18,4	1,4

Объект исследования	Влага	Жир	Белок	Зола
		5,0-5,1 осень		
Икра	66,1	2,9	25,5	1,4
Молоки	77,6	7,3	13,8	1,8
Внутренности (без гонад и печени)	68,6	15,3	13,9	1,9
Печень	72,5	2,6	21,9	1,6
Голова	68,6	7,1	15,7	8,1
Кости и плавники	66,7	6,0	18,8	8,6
Кожа	65,1	9,8	27,8	1,3
Чешуя	51,4	0,3	30,2	18,7
Плавательный пузырь	66,5	5,7	27,8	1,3

Источник: подготовлено автором по научным материалам [101-102, 204].

В исторических и научных источниках отмечается, что наибольшее накопление жиров у воблы наблюдается во внутренних органах, преимущественно в виде жировой ткани, окружающей кишечник, а также в гонадах. В связи с этим, ещё в XIX веке в экспедиционной практике применялась визуально-ориентированная оценка жирности рыбы, основанная на соотношении массы жировой ткани на кишечнике к общей массе тела, выраженной в баллах [183]. По статистике [205-209], объёмы выпуска сушено-вяленой рыбной продукции в Российской Федерации за 2018-2023 гг. увеличились на 9,2 %, однако из-за снижения запасов воблы в Волго-Каспийском регионе объёмы промышленной переработки именно этого вида снизились в 1,6 раза.

Таким образом, вобла остаётся высокоценным пищевым продуктом, обладающим широким спектром потребительских и технологических характеристик. Однако её использование требует строгого соблюдения норм ветеринарно-санитарного контроля, что особенно актуально в условиях развития любительского рыболовства и роста объёмов кустарной переработки.

1.7 Принципы и нормативы ветеринарно-санитарной экспертизы рыбной продукции

Ветеринарно-санитарная экспертиза представляет собой комплекс диагностических мероприятий, направленных на оценку соответствия пищевой продукции требованиям ветеринарного и санитарного законодательства. Экспертиза проводится в соответствии с нормами государств – членов

Евразийского экономического союза, а также в рамках Соглашения Таможенного союза о ветеринарно-санитарных мерах [230]. При этом переработанная пищевая продукция, не относящаяся к подконтрольным товарам и не требующая ветеринарных сопроводительных документов, ветеринарно-санитарной экспертизе не подлежит [35].

Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбной продукции в Российской Федерации и Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) строится на оценке рисков и процедурах ХАССП и основана на профилактическом подходе к безопасности рыбных пищевых продуктов.

На практике ветеринарно-санитарная экспертиза включает следующие этапы: входной контроль сырья (органолептический осмотр, просвечивание филе, паразитологический скрининг); лабораторную идентификацию и оценку жизнеспособности личинок, принятие решений по годности, обезвреживанию или отбраковке; подтверждение соблюдения технологических режимов (замораживание, термическая обработка, посол) и верификацию маркировки и прослеживаемости в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [230] и Техническим регламентом ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [231]. В соответствии с последним, необработанная рыба (живая, охлаждённая, мороженая) подлежит обязательной ветеринарно-санитарной экспертизе.

Кроме того, приказом Минсельхоза России от 24.11.2021 № 793 утверждены Ветеринарные правила назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы рыбы, водных беспозвоночных и рыбной продукции из них, предназначенных для переработки и реализации (зарегистрировано в Минюсте России 30.11.2021 № 66084). Основной задачей экспертизы является установление безопасности и пищевой пригодности сырья, исключение риска бактериального, паразитарного и химического загрязнения продукции [182].

Нарушение установленных требований к безопасности пищевой рыбной продукции может приводить к развитию как инфекционных, так и паразитарных заболеваний, передающихся человеку при употреблении недоброкачественной

рыбы. В последние годы достигнуты значительные успехи в разработке методов диагностики и профилактики таких заболеваний. Исследования отечественных специалистов способствовали идентификации основных паразитов, разработке препаратов и профилактических мероприятий, основанных на соблюдении ветеринарных правил [39, 220].

Вобла и продукция из неё относятся к скоропортящейся пищевой продукции животного происхождения, что обуславливает необходимость проведения ветеринарно-санитарной экспертизы на всех этапах производства, транспортировки, хранения и реализации. При несоблюдении санитарно-гигиенических и ветеринарно-санитарных требований такая продукция может быть источником не только органолептического брака, но и инфекционных и паразитарных заболеваний, представляющих угрозу для здоровья потребителей [220].

Согласно Государственным докладом Роспотребнадзора за 2023-2024 гг., уровень несоответствия проб рыбной продукции гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям в 2024 г. составил 4,28 %, что ниже аналогичного показателя 2023 г. (5,28 %) и существенно ниже уровня 2014 г. (6,78 %). Положительная динамика также отмечена по физико-химическим показателям (3,25 % в 2024 г. против 15,84 % в 2014 г.). Это свидетельствует об эффективности реализуемых в стране мер по повышению санитарной надёжности продукции из водных биоресурсов.

Современные методические указания [154] распространяют паразитологическую экспертизу на готовую продукцию: солёную, вяленую, копчёную и пресервы. Для исследования таких образцов предписывается предварительное вымачивание в воде в течение 24 часов с последующим использованием методов компрессии или переваривания в искусственном желудочном соке. Это позволяет выявлять метацеркариев в переработанной рыбе и объективно оценивать её санитарное качество.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью всесторонней оценки качества и безопасности продукции из воблы в соответствии

с актуальными ветеринарно-санитарными и техническими требованиями. При этом научных публикаций, отражающих современные подходы к оценке инвазированности и микробиологической обстановки в отношении именно воблы и продукции из неё, крайне недостаточно. Большинство материалов представлено в научно-популярной литературе и не соответствуют критериям систематического научного анализа [220].

Необходимость глубокого изучения степени заражённости воблы паразитами и патогенной микрофлорой, а также оценки влияния инвазии на её пищевую ценность и ветеринарно-санитарные характеристики подтверждается не только научным интересом, но и потребностью в защите здоровья населения. Снижение биологической полноценности заражённой рыбы, ухудшение органолептических свойств, снижение воспроизводственного потенциала – всё это обуславливает актуальность системного подхода к контролю качества продукции из воблы на современном этапе.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в период с 2015 по 2021 гг. в Волжско-Каспийском филиале ФГБНУ «ВНИРО» (ранее ФГУП «КаспНИРХ»), с 2021 по 2025 гг. в Центральном институте ФГБНУ «ВНИРО».

В основу настоящей работы был положен материал, собранный в период с 2015 по 2020 гг. в ходе научно-исследовательских работ Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» на нерестилищах дельты реки Волги, в координатах от 45°8' до 46°41' с.ш. и от 47°37' до 48°56' в.д. (рис. 2).

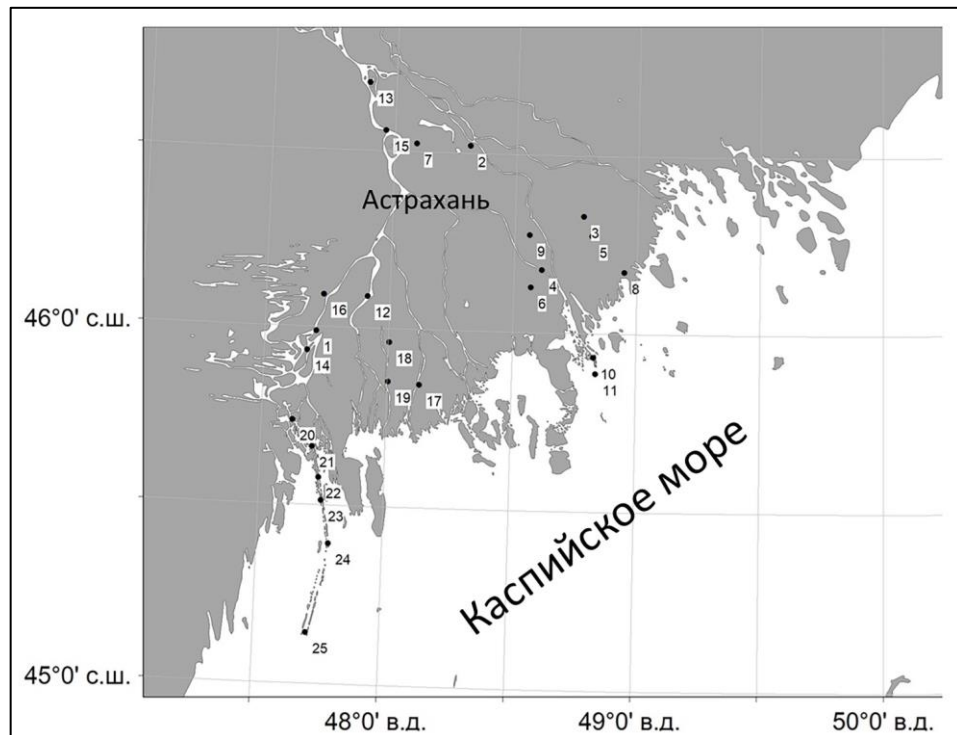


Рисунок 2 – Карта-схема расположения станций отбора проб в период исследований 2015-2020 гг. в дельте р. Волги¹

В период с 2017 по 2021 гг. пробы половозрелых особей воблы были отобраны в рамках экспедиционных работ на промысловых участках Главного и Белинского банков в дельте реки Волга; с 2022-2024 гг. выловлены в рамках проведения исследований по любительскому рыболовству в Икрянинском районе Астраханской области. Образцы пищевой продукции промышленного

¹ Номера наименования станций в белых квадратах 1) с. Ямное, 2) с. Забузан, 3) с. Мултаново, 4) с. Зеленга, 5) с. Нововасильево, 6) р. Жирогопка, 7) с. Тулугановка, 8) Васильевский банк, 9) п. Камардан, 10) Белинский банк 7-я Огневка, 11) Белинский банк 10-я Огневка, 12) с. Хмелевка, 13) с. Нижнелебяжье, 14) с. Трудфронт, 15) с. Рассвет, 16) с. Икряное, 17) п. Кировский, 18) с. Образцово-Травино, 19) с. Гандурино, 20) Главный банк 4-я Огневка, 21) Главный банк 8-я Огневка, 22) Главный банк 10-я Огневка, 23) Главный банк 13-я Огневка, 24) Главный банк 14-я Огневка, 25) Главный банк 17-я Огневка).

изготовления – воблы вяленой неразделанной, упакованной под вакуумом были приобретены в 2023-2024 гг. в торговой сети и у частных на рынке.

В работе применён комплексный подход, включающий ихтиологические, паразитологические, микробиологические, гистологические, органолептические, физико-химические, гематологические, биохимические и статистические методы. Это позволило осуществить полноценную оценку качества, безопасности и пищевой ценности исследуемых образцов. Объектами исследования являлись молодь воблы, а также свежемороженые и вяленые образцы (табл. 3).

Таблица 3 – Комплекс методов исследования, использованных для различных объектов и количество обследованных рыб

Методы исследования	Объект исследования		
	Молодь воблы	Свежая/свежемороженая вобла	Вяленая вобла
Ихтиологические	8564 экз.	640 экз.	–
Органолептические	–	100 экз.	30 экз.
Физико-химические	–	100 экз.	30 экз.
Микробиологические	100 экз.	25 экз.	30 экз.
Паразитологические	8564 экз.	490 экз.	30 экз.
Гематологические	50 экз.	25 экз.	–
Гистологические	110 экз.	50 экз.	–
Токсикологические	–	50 экз.	50 экз.
Элементные	–	50 экз.	50 экз.

Ихтиологические исследования.

Сбор, обработка и анализ биологического материала проводились по общепринятой методике рыбохозяйственных исследований в части изучения промысловых популяций рыб [180]. Отлов молоди на нерестилищах дельты Волги проводился в соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями [100] с использованием волокуши длиной 6 м, изготовленной из килечного сетного полотна и оснащённой газовым кутцом. В зависимости от площади нерестилищ в пределах различных биотопов осуществляли отбор не менее пяти проб. Для определения видовой принадлежности и этапа развития ранней молоди воблы использовали методику А.Ф. Коблицкой [120]. Средняя длина и масса молоди воблы составляла соответственно $17,6 \pm 0,10$ мм и $124,2 \pm 2,3$ мг.

Сбор половозрелых особей воблы осуществляли весной на

рыбопромысловых участках дельты р. Волга (неводной лов) и при любительском рыболовстве (спиннинг, закидная удочка) в водоёмах Икрянинского района Астраханской области. Ихтиологические обследования проводили на стандартных станциях с фиксацией координат, даты, времени, орудий лова. Измерения живой рыбы выполняли сразу после вылова. Для каждой особи определяли: общую длину и длину до основания хвостового плавника (см); массу тела с точностью до 0,1 г [180, 247].

Органолептические исследования.

Органолептическую оценку свежей и вяленой воблы проводили на соответствие требованиям ГОСТ 814-2019 «Рыба охлаждённая. Технические условия» (в отсутствие стандарта, устанавливающего требования к «вобле-сырцу»), а вяленой воблы – по ГОСТ 1551-93 «Рыба вяленая. Технические условия» [64, 75].

Физико-химические исследования.

Отбор и подготовку проб свежемороженой и вяленой воблы для последующего лабораторного определения физико-химических показателей и показателей пищевой ценности проводили в соответствии с ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб», а лабораторные измерения выполняли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» [66, 74]. Энергетическую ценность рассчитывали по стандартной методике с использованием коэффициентов Рубнера (Атватера) с учётом коэффициентов усвоения питательных веществ [30, 147].

Микробиологические исследования.

Микробиологические исследования микробиоценоза нерестилищ и молоди воблы выполняли стандартными методами количественно-качественного учёта бактерий. Общую микробную численность определяли глубинным посевом на плотные питательные среды: 1 мл суспензии, приготовленной методом последовательных разведений, вносили в стерильные чашки Петри и заливали расплавленной, охлаждённой до рабочей температуры питательной средой;

инкубацию проводили в термостате при 30 °С в течение 5-7 суток с последующим подсчётом колоний на питательном агаре [159, 217].

Для выяснения видового состава бактерий воды, грунта и тканей/внутренних органов рыб ставили накопительные культуры на среде Клодницкого: 1 мл (или 1 г) исследуемого материала асептически вносили в 10 мл среды и инкубировали при 30 °С 2-3 недели. Чистые культуры выделяли методом поверхностного посева на плотные среды, чистоту культур оценивали по морфологическим, тинкториальным и биохимическим признакам [159, 217]. Идентификацию микроорганизмов проводили с использованием «Определителя бактерий Берджи» и руководств по идентификации непатогенных и условно-патогенных грамотрицательных бактерий [42, 236].

Оценку микробиологической безопасности воблы и продукции из неё выполняли в соответствии с действующими нормативными документами [155, 194, 229-230]. Микробиологические исследования мышечной ткани включали определение общего микробного числа мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в соответствии с ГОСТ 10444.15-94 [63], а также выявление индикаторных микроорганизмов, в том числе бактерий группы кишечной палочки [71], *Staphylococcus aureus* [70], бактерий рода *Salmonella* [67], *Listeria monocytogenes* и других представителей рода *Listeria* (*Listeria spp.*) согласно ГОСТ 32031-2022 [72]. Отбор проб для микробиологических исследований осуществляли по ГОСТ 31339-2006 [66].

Паразитологические исследования.

Сбор и обработку паразитологического материала у ранней молоди и половозрелых особей воблы выполняли с использованием общепринятых в ихтиопатологии методик, описанных в специализированных руководствах и лабораторных практикумах [36, 131]. Полному паразитологическому анализу было подвергнуто 8564 экз. молоди воблы. Обследование взрослых особей воблы (490 экз.) проводили методом неполного гельминтологического исследования в соответствии с методическими указаниями [154]. В ходе анализа оценивали показатели экстенсивности инвазии (ЭИ), характеризующей долю заражённых

рыб от числа исследованных особей соответствующего вида, и интенсивности инвазии (ИИ), определяемой числом паразитов одного вида, приходящихся на одну заражённую особь, с представлением результатов в виде диапазона значений (min-max) и, при необходимости, среднего значения.

Идентификацию обнаруженных паразитов осуществляли с применением стереоскопических микроскопов МБС-10 и «Микмед-1», а также биологических микроскопов «BIOMED-6 LED» и «Olympus». Таксономическую принадлежность паразитов до вида устанавливали на основании морфологических признаков с использованием «Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР» [168-170] Микрофотосъёмку препаратов осуществляли с применением фотонасадки DCM-510, сопряжённой с микроскопом. Полевая программа исследований включала 25 учётных станций. Для картографирования пространственного распределения заражённости использовали авторскую геоинформационную программу «КартМастер» [24-25].

Гематологические исследования. Гематологические исследования выполняли с использованием общепринятых в ихтиогематологии методик, изложенных в специализированных руководствах и методических указаниях [97, 149]. С учётом малых размеров тела и ограниченного объёма циркулирующей крови у ранней молоди воблы объём анализа был ограничен исследованием мазков периферической крови. Отбор периферической крови у молоди и половозрелых особей осуществляли из хвостовой артерии путём отсечения хвостового стебля позади анального плавника непосредственно после изъятия рыбы из воды. Для каждой особи готовили по два мазка крови, которые окрашивали по Паппенгейму [97].

При анализе окрашенных мазков определяли процентное соотношение форменных элементов (эритроциты/лейкоциты), лейкоцитарную формулу, а также оценивали наличие и характер патоморфологических изменений эритроцитов и лейкоцитов с использованием атласов форменных элементов крови рыб [88, 97, 99]. На каждом мазке анализировали не менее 1000 эритроцитов и 100 лейкоцитов; всего было исследовано 80 препаратов, включающих 88 000 клеток.

Морфометрические параметры зрелых эритроцитов определяли по методу Кухаревой [129]: для каждой особи измеряли длину и ширину клетки (большую и малую оси), а также длину и ширину ядра по выборке из 100 эритроцитов. На основании полученных данных рассчитывали объём эритроцита и ядра, толщину клетки и ядерно-цитоплазматическое соотношение [130]. Микроскопирование проводили с использованием биологического микроскопа «БИОМЕД-6 LED», микротоосъёмку осуществляли с применением фотонасадки DCM-510.

Гистологические исследования.

Гистологические исследования молоди воблы выполняли по общепринятым методикам [46, 150]. Фиксацию проводили в 10 %-ном растворе нейтрального формалина (4 % формальдегида) с последующей спиртово-ксилольной проводкой. У половозрелых особей для гистологии отбирали внутренние органы (жабры, печень, кишечник, почки, селезёнку, мышцы), а также ткани с признаками новообразований. Для альтернативной проводки применяли раствор на основе изопропилового спирта «Изопреп» (изопропанол + неионогенное ПАВ полисорбат-20, Tween 20) [223]. Микропрепараты просматривали на микроскопе Olympus BX45 при увеличениях 10×, 20× и 40×, фотофиксацию выполняли цифровой камерой Olympus DP25 с программой DC Viewer. Морфометрический анализ структурных элементов тканей и органов осуществляли с применением программного обеспечения ImageJ. Для каждого морфометрического показателя выполняли не менее 100 измерений. В жаберной ткани определяли длину первичных филаментов и вторичных ламелл; в печени измеряли минимальные и максимальные размеры гепатоцитов, а также диаметр их ядер; в почечной ткани оценивали размеры почечных канальцев и почечных телец.

Токсикологические исследования.

Содержание токсичных элементов (свинца (Pb), мышьяка (As) и кадмия (Cd)) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией (ETA-AAS) на анализаторе AA-7000 (Shimadzu, Япония). Массовую долю ртути (Hg) измеряли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с генерацией «холодного пара» на анализаторе MA-3000 (Nippon

Instruments, Япония) в соответствии с руководством по эксплуатации прибора. Оценку безопасности по уровню накопления токсикантов в образцах проводили на соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) и СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [194, 230].

Биохимические исследования.

Аминокислотный состав белков определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе Aracus (membraPure, Германия) методом постколоночной дериватизации нингидрином с фотометрической детекцией при 440 и 570 нм. Жирнокислотный состав липидов определяли после экстракции жира хлороформом: выделенные липиды подвергали прямому метилированию раствором гидроксида калия в метаноле в соответствии с ГОСТ 31665-2012 [69]. Полученные метиловые эфиры жирных кислот анализировали методом газовой хроматографии на хроматографе «Кристалл-5000.2» («Хроматэк») по ГОСТ 31663-2012 [68] с использованием капиллярной колонки CR-FAME 100 м×0,25 мм×0,20 мкм («Хроматэк»). Идентификацию компонентов проводили сравнением с эталонной смесью Supelco 37 Component FAME Mix; обработку результатов выполняли методом внутренней нормализации.

Определение холестерина осуществляли с использованием газового хроматографа 7890А (Agilent Technologies, USA) с пламенно-ионизационным и масс-спектрометрическим детектором 7000В (Agilent Technologies, USA) в ФИЦ питания и биотехнологий.

Исследование минерального состава.

Исследование минерального состава проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой (ICP-MS) на анализаторе PlasmaMS 300 (NCS Testing Technology Co., Ltd., Китай). Определение элементного состава выполняли в Центре биотической медицины (ЦБМ).

Статистический анализ.

Статистическую обработку выполняли в Microsoft Excel (результаты представляли как среднее \pm стандартная ошибка ($M \pm SE$)). Нормальность распределений оценивали визуально по гистограммам (при необходимости дополнительно – критерием Шапиро-Уилка). Достоверность различий между независимыми группами определяли двусторонним t-критерием Стьюдента; различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РАННЕЙ МОЛОДИ ВОБЛЫ И СРЕДЫ ЕЁ ОБИТАНИЯ

Выявление индивидуальных особенностей рыб на разных этапах онтогенеза имеет ключевое значение для прогноза динамики популяций. Показатели здоровья в ранние возрастные периоды служат надёжными индикаторами для установления и прогнозирования доли особей, достигающих половозрелого состояния. Кроме того, такие исследования позволяют выявлять абиотические и биотические факторы, определяющие выживаемость и сохранность поколений.

3.1 Санитарно-бактериологическая оценка молоди воблы и нерестилищ дельты Волги

Микробиоценоз нерестилищ и прибрежных мелководий, где осуществляется нерест, выклев и начальные этапы онтогенеза рыб, играет ключевую роль в формировании экологически благоприятной среды, обеспечивая необходимые условия для роста, развития и выживания молоди. В результате микробиологических исследований установлено, что показатели общей микробной обсеменённости воды на нерестилищах дельты Волги в летний период составляли в среднем $14,15 \pm 1,13 \times 10^3$ КОЕ/мл, что относит качество исследуемых вод к IV классу («загрязнённые воды») согласно ГОСТ 17.1.3.07-82 [65](рис. 3).

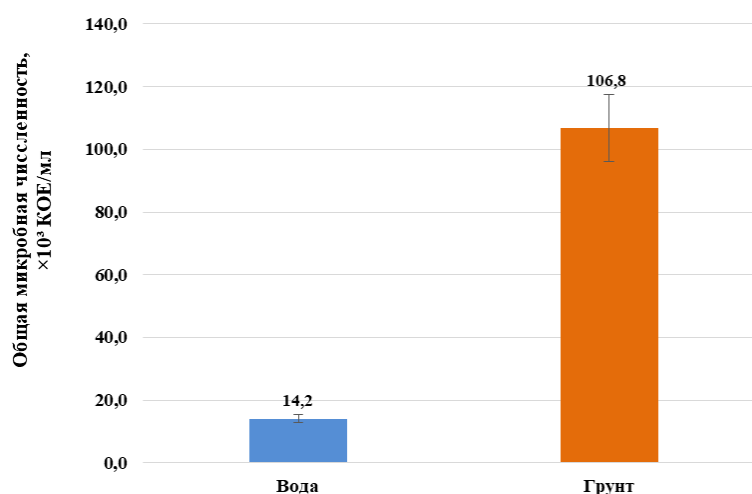


Рисунок 3 – Общая микробная численность воды и грунта нерестилищ дельты Волги

Загрязнённость воды формируется под совокупным воздействием гидрологического режима и температурного фона водоёма. Значительные

попуски с Волгоградского гидроузла в рассматриваемый период (117,8 км³) обеспечили широкое обводнение нерестовых угодий в низовьях Волги и внесли в акваторию существенные объёмы аллохтонной микрофлоры и органического вещества. Дополнительно, при прогреве воды до 25 °С фиксировалось ускоренное развитие бактериальных сообществ, что подчёркивает ключевую роль температурного фактора в формировании микробной нагрузки.

Средняя общая микробная численность в донных отложениях (грунт) нерестилищ дельты Волги составила $106,82 \pm 11,75 \times 10^3$ КОЕ/г. Более высокие по сравнению с водной средой количественные показатели микробиоты в грунтах обусловлены большей концентрацией доступного органического субстрата и адсорбцией органического вещества на частицах ила, а также тепловой стабильностью донных отложений, создающей устойчивые температурные условия, что поддерживает высокую микробиологическую активность.

Видовой состав микробиоценоза нерестилищ дельты Волги был представлен грамотрицательными бактериями, относящимися к 4 семействам: сем. Enterobacteriaceae (*Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Shigella*, *Salmonella*), сем. Flavobacteriaceae (*Flavobacterium*), сем. Moraxellaceae (*Acinetobacter*), сем. Pseudomonadaceae (*Pseudomonas*); а также грамположительным бактериям (*Arthrobacter*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*) (рис. 4). В донных отложениях доля грамположительных бактерий была выше, чем в водной толще.

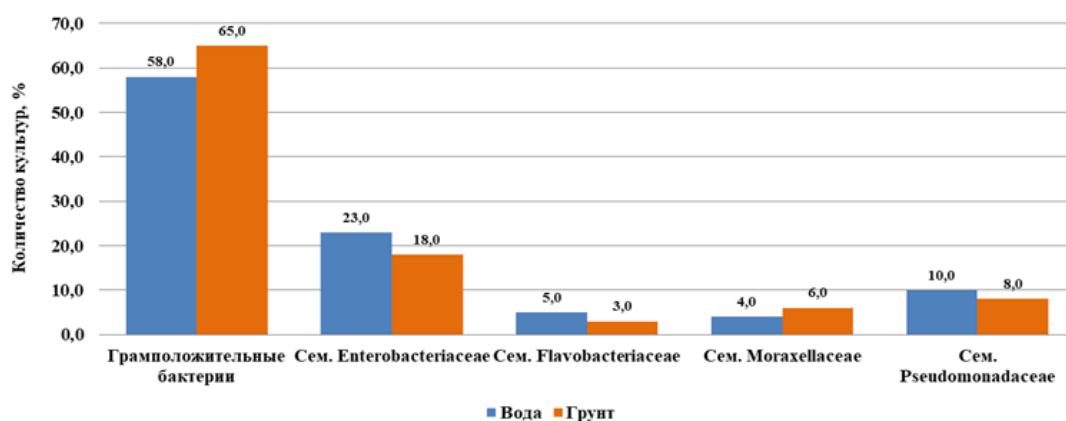


Рисунок 4 – Качественный состав микробиоценоза воды и грунта нерестилищ дельты Волги

Качественный состав микробиоценоза внутренних органов и мышечной ткани молоди воблы состоял из грамположительных бактерий (*Bacillus*, *Staphylococcus*) и грамотрицательных микроорганизмов, представленных 4-мя семействами: сем. Enterobacteriaceae (*Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Shigella*, *Salmonella*), сем. Flavobacteriaceae (*Flavobacterium*), сем. Moraxellaceae (*Acinetobacter*), сем. Pseudomonadaceae (*Pseudomonas*).

Микробиоценоз жаберного аппарата характеризовался доминированием грамположительной микрофлоры. Среди грамотрицательных бактерий субдоминантными по частоте выделения являлись представители семейства Enterobacteriaceae (12,6 %) и Pseudomonadaceae (8,2 %). Значительно меньшую долю составляли микроорганизмы семейств Flavobacteriaceae (4,5 %) и Moraxellaceae (3,8 %), что отражает их относительно низкую численность в данной микробной ассоциации (рис. 5).

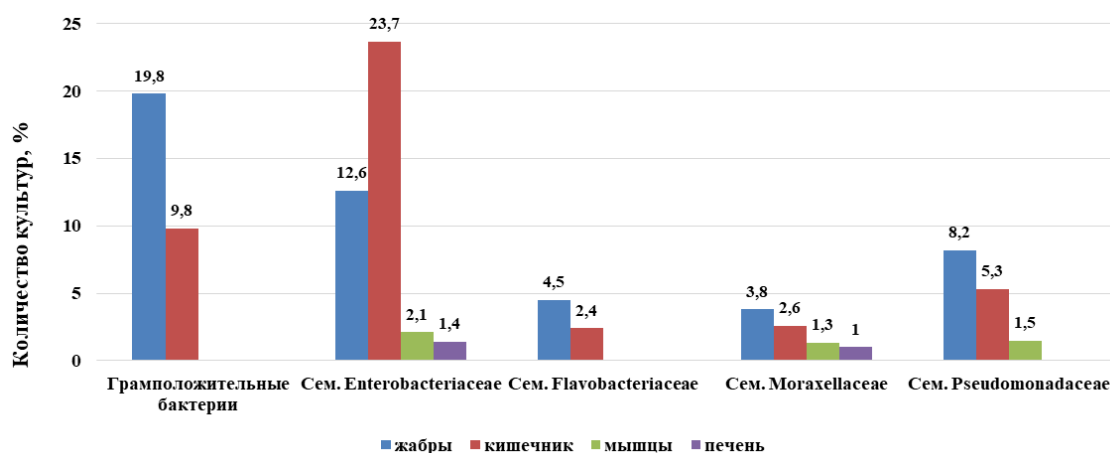


Рисунок 5 – Качественный состав микробиоценоза внутренних органов и мышечной ткани молоди воблы

Кишечный микробиоценоз преимущественно был представлен условно-патогенными микроорганизмами семейства Enterobacteriaceae, что соответствует общепринятым представлениям о типичной микробиоте желудочно-кишечного тракта пресноводных рыб. В нормальных условиях эти бактерии не вызывают патологии, однако при снижении резистентности хозяина способны индуцировать инфекционные процессы различной выраженности [222].

На втором месте по частоте встречаемости отмечались грамположительные бактерии и представители семейства *Pseudomonadaceae*. Их присутствие, как правило, отражает аллохтонный приток из водной среды, поскольку указанные микроорганизмы не относятся к типично доминирующим компонентам кишечной микробиоты рыб. Прочие таксоны выявлялись эпизодически и суммарно составляли менее 5 % изолятов, что указывает на их второстепенную роль в формировании устойчивого микробного сообщества.

Печень молоди воблы содержала единичные изоляты бактерий семейств *Enterobacteriaceae* и *Moraxellaceae*. Факт присутствия микроорганизмов в паренхиме следует квалифицировать как неблагоприятный диагностический признак, свидетельствующий о нарушении барьерных механизмов организма и возможном системном распространении бактерий на фоне повышенного микробного прессинга. В физиологической норме печень рыб остаётся стерильной. Её контаминация указывает либо на системный характер инфекции, либо на снижение резистентности хозяина при неблагоприятных гидробиологических условиях.

Сходная ситуация наблюдалась в мышечной ткани, где выявлены редкие изоляты энтеробактерий, псевдомонад и моракселл. Поскольку мускулатура пресноводных рыб в норме стерильна, обнаружение бактерий следует расценивать как ранний признак системной инфекции и индикатор нарушения санитарного режима нерестилищ, сопровождающегося возрастанием бактериальной нагрузки на водную среду.

Таким образом, микробные ассоциации жабр и кишечника молоди воблы формировались как за счёт автохтонной микрофлоры, так и под влиянием аллохтонного микробного потока из окружающей акватории, что необходимо учитывать при оценке санитарно-гигиенического состояния естественных нерестилищ. Кроме того, обнаружение даже единичных бактериальных изолятов в печени и мышечной ткани – органах, которые в физиологической норме остаются стерильными – указывает на нарушение барьерных механизмов и вероятное развитие системной инфекции, что подчёркивает необходимость

регулярного микробиологического мониторинга и проведения профилактических мероприятий.

3.2 Паразитофауна молоди воблы на нерестилищах дельты Волги

Дельта Волги служит основным районом нереста и раннего развития основных промысловых видов рыб, где происходит интенсивное размножение и формирование молоди на самых ранних стадиях их жизненного цикла [121]. Основным фактором, влияющим на успешность этого процесса, является весенний паводок, который определяет масштабы затопления пойменных участков (полюйных водоёмов), их трофический режим и время нахождения покатной молоди воблы на полях, от чего напрямую зависят её численность и физиологическое состояние. Однако, наряду с естественными процессами, молодь воблы подвергается воздействию паразитов. Согласно литературным данным, на ранних стадиях онтогенеза молодь рыб первоначально подвергается заражению эктопаразитами, тогда как на последующих этапах в организм проникают личиночные стадии трематод, цестод и нематод [7, 121].

В результате проведённых исследований паразитофауны ранней молоди воблы, обитающей на нерестилищах дельты Волги в 2015-2020 гг., было выявлено 8 видов паразитов, относящихся к пяти таксономическим группам: *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliata: Ophryoglenidae), *Dactylogyrus sp.* (Monogenoidea: Dactylogyridae), *Apophallus muehlingi* (Trematoda: Heterophyidae), *Diplostomum spathaceum* (Trematoda: Diplostomidae), *Posthodiplostomum cuticola* (Trematoda: Diplostomidae), *Paracoenogonimus ovatus* (Trematoda: Cyathocotylydae), *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae), *Unio sp.* (Bivalvia: Unionidae) (табл. 4).

Таблица 4 – Паразиты, зарегистрированные у ранней молоди воблы на нерестилищах дельты Волги в 2015-2020 гг.

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии (мин-макс), экз.
Простейшие			
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Кожные покровы, жабры, плавники	2,85±0,63	1-67
Моногенеи			
<i>Dactylogyrus sp.</i>	Жабры	5,18±0,89	1-8

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии (мин-макс), экз.
Трематоды			
<i>Aporhalls muehlingi</i>	Мышцы, плавники, кожные покровы	11,66±3,70	1-54
<i>Diplostomum spathaceum</i>	Хрусталик глаза	0,35±0,31	1-3
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	Мышцы, кожные покровы	1,32±0,56	1-5
<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	Мышцы	0,08±0,05	1-2
Нематоды			
<i>Contracaecum sp.</i>	Полость тела	0,02±0,01	1-1
Моллюски			
<i>Unio sp.</i>	Жабры	1,72±0,82	1-10

Простейшие, представленные реснитчатыми инфузориями *I. multifiliis*, были обнаружены в жабрах, на кожных покровах и всех плавниках молоди воблы (рис. 6).

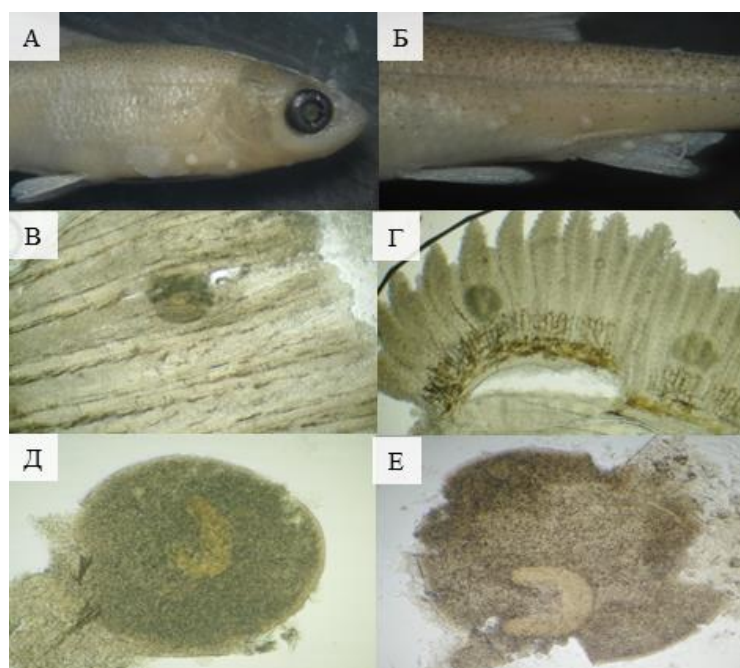


Рисунок 6 – Ресничные инфузории *I. multifiliis*: А, Б – внешний вид инвазированной молоди (Ув.×28); В – поражение спинного плавника; Г – поражение жаберных лепестков (Ув.×140); Д, Е – выделенный трофонт (Ув.×280)

Данный паразит питается и развивается в коже и жабрах, повреждая эпителий и нарушая нормальный газообмен, что приводит к кислородному голоданию у инвазированных особей. При высокой численности инфузорий происходит значительное разрушение эпителия, регистрируются капиллярные

кровоизлияния в жаберном аппарате [260]. Для ранней молодежи такая инвазия может быть особенно опасной, так как органы дыхания и кровообращения ещё не полностью сформированы, толерантность к гипоксии низкая, что обуславливает высокую чувствительность к повреждению жаберного эпителия и повышенный риск летальности.

В период исследований (2015-2020 гг.) доля зараженных особей колебалась от 0,1 % до 2,9 %, в среднем составляя $1,14 \pm 0,28$ % (рис. 7). Интенсивность инвазии составляла от 1 до 15 экземпляров.

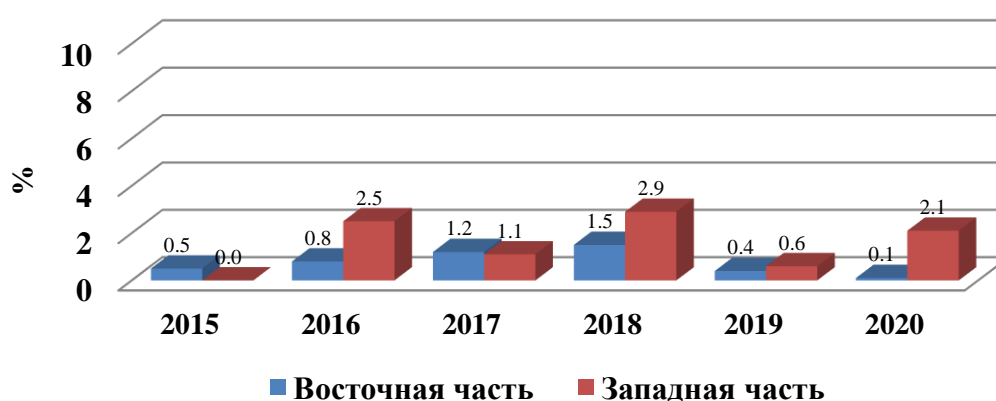


Рисунок 7 – Показатели зараженности молодежи воблы простейшими *I. multifiliis* в полях западной и восточной частей дельты р. Волги в 2015-2020 гг., %

Основные очаги заражения *I. multifiliis* фиксировались в западной части дельты Волги (Приложение, рис. 1), где сочетание повышенной температуры воды и высокой плотности нерестовых скоплений воблы создавали условия для более быстрого размножения паразита. Напротив, в восточной части дельты Волги доля инфицированных особей была ниже, так как в начале половодья водоёмы восточной части дельты, как правило, отличаются меньшей глубиной из-за более поздних сроков обводнения [18, 158, 178, 191], что замедляет подход производителей воблы к нерестилищам, снижает плотность их скоплений и, как следствие, ограничивает распространение инфузорий.

Проведённый статистический анализ выявил достоверную прямую связь между объёмом весеннего паводка и уровнем паразитарной инвазии у молодежи воблы: с увеличением водности отмечается рост интенсивности заражения (рис. 8). В периоды многоводности заражённость ранней молодежи воблы реснитчатыми

инфузориями *I. multifiliis* возростала примерно в пять раз: средний уровень инвазии составлял $3,10 \pm 0,53$ %, при индивидуальной интенсивности 1-11 паразитов на особь.

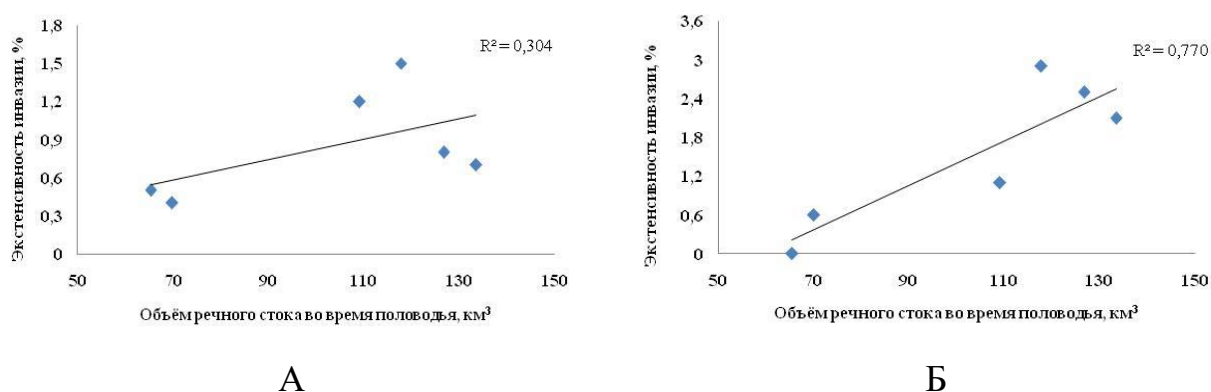


Рисунок 8 – Зависимость зараженности молоди воблы ресничными инфузориями *I. multifiliis* от объёма речного стока: А – восточная часть; Б – западная часть

В маловодные годы доля инфицированных рыб не превышала 1,0 %, а интенсивность оставалась минимальной – 1-2 экземпляра на рыбу. В периоды высокой водности на нерестовых участках формируются благоприятные условия для развития простейших. Раннее затопление нерестилищ и соответствующий прогрев воды способствуют широкому распространению инфузорий во временно заливаемых водоёмах, где обитает ранняя молодь рыб.

Интенсивность заражения молоди воблы моногенетическими сосальщиками рода *Dactylogyrus* и ресничными инфузориями *I. multifiliis* также тесно коррелирует с объёмом весеннего речного стока р. Волги. Проведённый статистический анализ выявил достоверную прямую зависимость: увеличение объёма паводковых вод сопровождается ростом уровня паразитарной инвазии, что, вероятно, связано с расширением площади нерестилищ, увеличением продолжительности пребывания молоди на полях и повышением контакта с возбудителями паразитарных заболеваний. У ранней молоди воблы моногенетические сосальщики были представлены плоскими червями рода *Dactylogyrus*, локализовавшимися на жаберных лепестках (рис. 9).

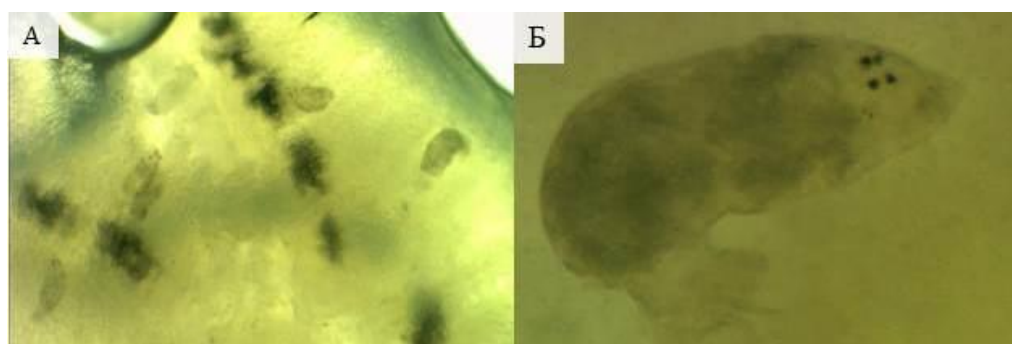


Рисунок 9 – Моногенетические сосальщики р. *Dactylogyrus* в жаберном аппарате молоди воблы: А – массовое поражение (Ув.×140); Б – единичная интенсивность инвазии (Ув.×280)

В целом заражённость составила $5,18 \pm 0,89$ %, интенсивность – 1-8 экз./рыбу. Между западной и восточной частями дельты выраженных различий не отмечено: средние значения – $2,36 \pm 0,51$ % и $2,80 \pm 1,99$ % соответственно, при этом в большинстве случаев инвазии регистрировались в западной зоне дельты Волги (рис. 10).



Рисунок 10 – Показатели зараженности молоди воблы моногенеями р. *Dactylogyrus* в полях западной и восточной частей дельты р. Волги в 2015-2020 гг., %

Интенсивность инвазии у молоди оставалась невысокой; на момент наблюдений клинически значимого воздействия на рыб не выявлено, что может отражать либо умеренную вирулентность паразита, либо достаточный уровень резистентности хозяина в условиях полоев. Случаи заражения фиксировались

практически на всех обследованных станциях восточной и западной части нерестовых акваторий, что указывает на устойчивое формирование локальных очагов паразитирования в пределах поймы Волги. Наибольшие значения экстенсивности инвазий были отмечены в районах с. Ямное, п. Камардан и Главный банк (10-я и 14-я Огнёвки), где, вероятно, складывались условия, благоприятные для паразитов с прямым циклом: ранний прогрев, длительное «стояние» воды и высокая концентрация молоди (Приложение, рис. 2).

В многоводные годы максимальная инвазия *Dactylogyrus sp.* у молоди фиксировалась именно в западной части дельты Волги – экстенсивность инвазии в 2017 г. и в 2020 г. составляла 6,59 % и 8,64 % соответственно. В маловодные годы уровень инвазии молоди воблы снижался, в среднем, составляя 3,19 %, при слабой интенсивности заражения – 1-3 экз./рыбу.

Статистический анализ подтвердил достоверную прямую зависимость между водностью весеннего паводка и уровнем паразитарного заражения. При повышении объёма паводковых вод отмечалось увеличение интенсивности поражения молоди моногенейными паразитами, что отражает влияние гидрологических условий поля на динамику их распространения (рис. 11).

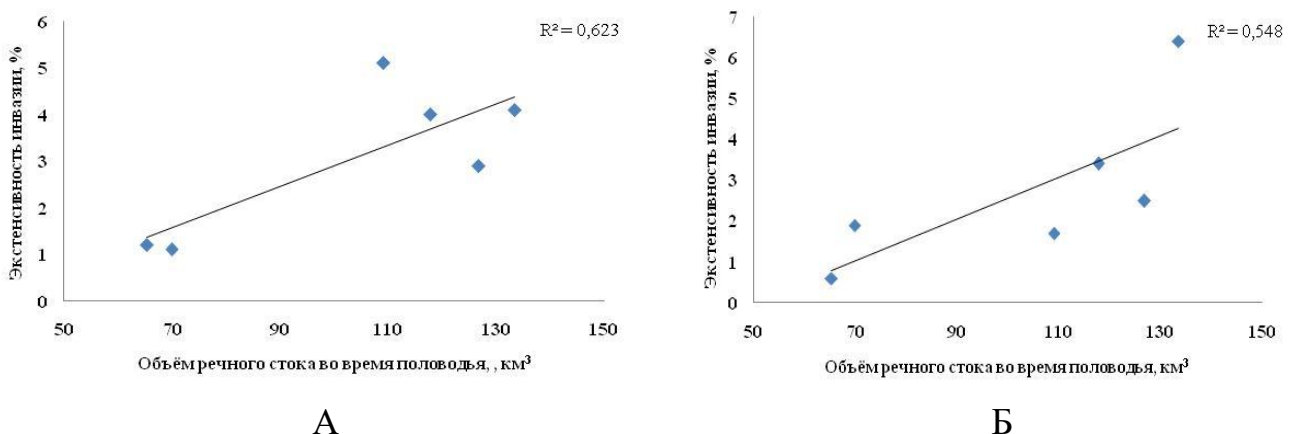


Рисунок 11 – Зависимость зараженности молоди воблы моногенейными

Dactylogyrus sp. от объёма речного стока: А – восточная часть; Б – западная часть

Таким образом, в многоводные годы за счёт значительных водосбросов и раннего залития пойм создавались благоприятные условия для паразитов с прямым циклом развития. В годы с экстремально низкой водностью формирование паразитарных очагов было ограничено вследствие позднего и

слабовыраженного паводка, а также повышенной скорости течения, при которой значительная часть яиц и личиночных стадий моногенетических сосальщиков и инфузорий не задерживалась в пределах исследуемых биотопов, что обуславливало снижение уровня инвазии.

В пойменных водоёмах дельты Волги наиболее часто встречались гельминты со сложным жизненным циклом (со сменой хозяев). Значительную долю составляли трематоды, представленные четырьмя видами – *A. muehlingi*, *P. cuticola*, *D. spathaceum*, *P. ovatus*. Данные виды регистрировались у молоди воблы повсеместно. В период исследований *A. muehlingi* была наиболее массовой: средняя экстенсивность инвазии составляла $11,6 \pm 3,1$ %. Максимальная заражённость метацеркариями была отмечена в восточной части дельты реки Волги в маловодные 2015 и 2019 годы, когда доля заражённых рыб достигала 13,9 % и 16,4 % соответственно (рис. 12). В те же годы фиксировали и наибольшие значения интенсивности инвазии – до 46 экз./рыбу в 2015 г. и до 54 экз./рыбу в 2019 г. На нерестилищах западной зоны дельты в многоводные сезоны (2017-2018, 2020 гг.) также наблюдалось большое количество заражённых особей, при этом интенсивность варьировала в пределах 1-14 экз./рыбу.

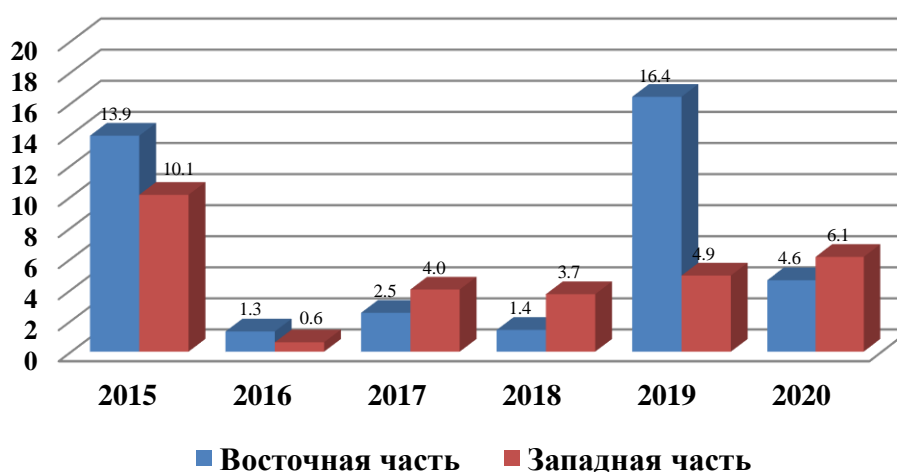


Рисунок 12 – Показатели зараженности молоди воблы метацеркариями *A. muehlingi* в полях западной и восточной частей дельты р. Волги в 2015-2020 гг., %

Начиная с 1980-х годов в дельте Волги регистрируется высокая заражённость рыб трематодой *A. muehlingi*, что связывают с внедрением в дельтовую гидрографическую сеть её первого промежуточного хозяина – пресноводного моллюска *Lithoglyphus naticoides* – и его последующего расселения по всей акватории. В отдельных районах экстенсивность инвазии достигала 100 %, а смертность молоди карповых от апофаллеза – до 80 % [27-28].

Большая часть выявленных цист трематод *A. muehlingi* локализовалась в мышечной ткани личинок и мальков (рис. 13). Это связано с недостаточной сформированностью чешуйного покрова на ранних стадиях онтогенеза, что облегчает проникновение и инцистирование личинок в миомерах. Диаметр цист *A. muehlingi* варьировал от 50,0 до 502,7 мкм.



Рисунок 13 – Зараженная молодь воблы метацекариями *A. muehlingi*: А – массовая локализация цист в теле; Б – локализация цист в мышечной ткани и позвоночнике (Ув.×140); В – локализация цист на хвостовом стебле (Ув.×140); Г – локализация цист в лучах хвостового плавника (Ув.×140)

Очаги распространения эпидемически значимой трематоды *A. muehlingi* были выявлены на большинстве обследованных нерестилищ (Приложение, рис. 3). Наибольшая концентрация очагов отмечена в восточной части дельты Волги на трёх нерестилищах – с. Рассвет, п. Камардан и Главный банк (8-я Огнёвка) – где доля заражённой молоди воблы превышала 20 %. В западной части дельты

Волги показатели были, как правило, ниже, за исключением Белинского банка (8-я Огнёвка), где заражённость также была высокой. Пространственная неоднородность распространения трематоды *A. muehlingi* вероятно, отражает различия в гидрологическом режиме, составе сообществ промежуточных хозяев и плотности скоплений молоди, что влияет на поддержание и интенсивность циркуляции паразита.

Статистический анализ показал обратную зависимость между объёмом весенне-летнего стока и заражённостью молоди *A. muehlingi* (рис. 14). В маловодные годы экстенсивность инвазии возрастала и в среднем составляла 24,1 % (2015 г.) и 21,3 % (2019 г.), при объёме речного стока Волги во II квартале менее 70 км³, что соответствует экстремально маловодным условиям [239].

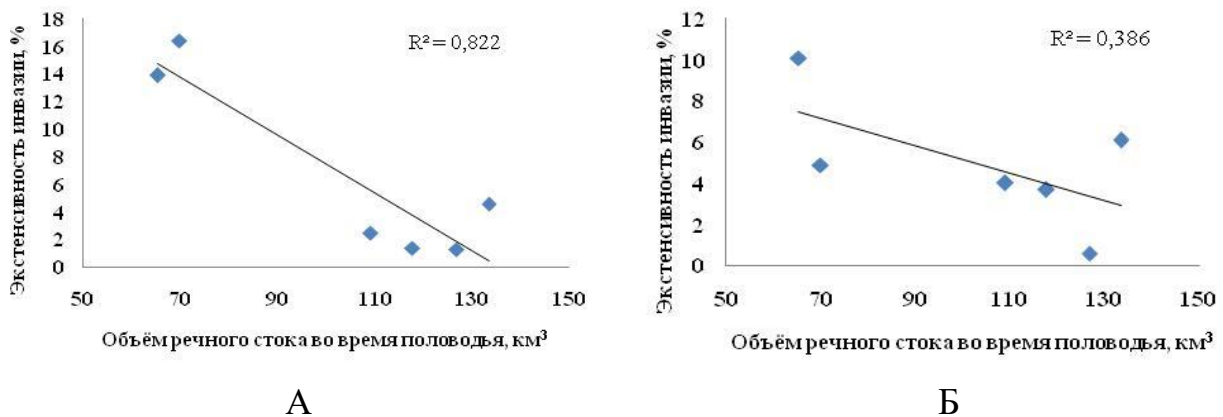


Рисунок 14 – Зависимость заражённости молоди воблы трематодой *A. muehlingi* от объёма речного стока: А – восточная часть; Б – западная часть

В такие периоды продолжительность нагула в пойменных системах сокращалась до 18 суток, при этом основная часть личинок и мальков концентрировалась в русловой зоне, где обитает первый промежуточный хозяин – моллюск *L. naticoides*. В результате в маловодные годы в обеих частях дельты отмечалось увеличение, как экстенсивности, так и интенсивности инвазии *A. muehlingi*. При формировании относительно благоприятных условий половодья, характеризующихся достаточным объёмом речного стока и его продолжительностью, экстенсивность инвазии молоди воблы трематодами снижалась почти в 12 раз. В последующие годы при сходном гидрологическом режиме распространённость *A. muehlingi* несколько возрастала и

стабилизировалась на среднем уровне 5,8 %. В этот период складывались благоприятные условия естественного воспроизводства водных биоресурсов, поскольку высокий сток обеспечивал максимальное заливание нерестилищ, что по сравнению с маловодными годами ограничивало распространение личиночных стадий *A. muehlingi* в популяциях рыб.

Трематода *P. cuticola* является особо опасным видом с высокой патогенностью для молоди рыб. Согласно данным Л. И. Бисеровой [29], патогенное воздействие одной метацеркарии *P. cuticola* примерно в 100 раз выше, чем у метацеркарии *A. muehlingi*. Это обусловлено более крупными размерами личиночных стадий *P. cuticola*, из-за чего заражение даже единичным паразитом может привести к летальному исходу у мелкой молоди; данный факт подтверждён в предыдущих исследованиях автора [125].

В многоводные периоды средняя по акватории экстенсивность инвазии у молоди, как правило, не превышала 1,0 % при единичной интенсивности. Вместе с тем локально уровень заражённости варьировал: в восточной части акватории встречаемость заражённой молоди составляла 1,2-3,7 %, тогда как в западной зоне отмечено более широкое колебание – от 1,0 до 14,0 %. За 2015-2020 гг. заражённость молоди воблы *P. cuticola* в целом оставалась низкой при средней экстенсивности инвазии $1,32 \pm 0,56$ %. Наибольшие значения регистрировались в маловодные годы, максимум отмечен в западной части дельты в 2019 г., когда экстенсивность инвазии составила 2,46 %, а интенсивность – 1-5 экз./рыбу (рис. 15).

В многоводные периоды уровень инвазии молоди воблы был ниже 1,0 % с единичной интенсивностью инвазией. В период проведенных работ встречаемость зараженной молоди воблы в отдельных водоёмах восточной части составляла от 1,2 % до 3,7 %, западной – 1,0 % до 14,0 %.

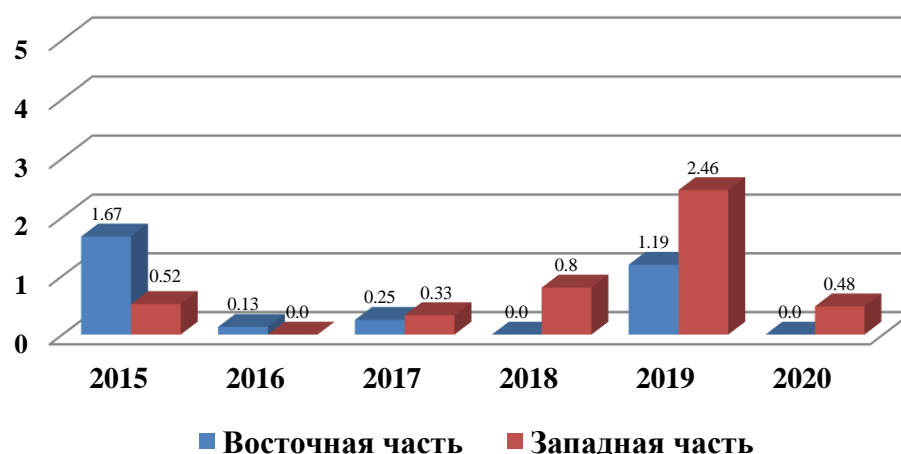


Рисунок 15 – Показатели зараженности молодежи воблы *P. cuticola* в полях западной и восточной частей дельты р. Волги в 2015-2020 гг., %

В отличие от *A. muehlingi*, первый промежуточный хозяин *P. cuticola* – пресноводный моллюск *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758) – обитает в стоячих и слабопроточных водоёмах, то есть в тех же биотопах, где ранняя молодежь воблы проводит первые дни после выклева, что существенно повышает вероятность контакта и заражения. Вызываемые *P. cuticola* изменения, как правило, выражены сильнее, чем при инвазии *A. muehlingi*.

Отдельные морфопатологические проявления паразитарной инвазии у ранней молодежи воблы ранее были описаны автором в опубликованных работах [125]. У ранней молодежи воблы вокруг капсул с метацеркариями *P. cuticola*, локализованных в мышечной ткани, формировались выраженные очаги чёрной пигментации, соответствующие очаговому меланозу. Развитие данных изменений сопровождалось деформацией тела, искривлением позвоночника, снижением эластичности тканей и атрофическими процессами в мышцах (рис. 16).



Рисунок 16 – Метацеркарии трематоды *P. cuticola* на кожных покровах молоди воблы: А, Б – внешний вид; В – компрессионный препарат: паразит, выходящий с цисты покрытый черным пигментом (Ув.×280)

Наряду с локальными морфологическими нарушениями присутствие данного паразита могло приводить к общему ухудшению физиологического состояния молоди рыб, включая развитие истощения и анемии. При этом уровень зараженности *P. cuticola* у молоди был ниже, чем *A. muehlingi*. Основные очаги *P. cuticola* отмечались в авандельте Волги, на промысловых участках Главного и Белинского банках (Приложение, рис. 4).

Влияние величины речного стока на распространение трематод проявилось и в отношении заражения молоди воблы паразитом *P. cuticola* (рис. 17). При низком объёме стока в исследованных зонах возрастали как доля заражённой молоди, так и интенсивность инвазии. В 2015 г. экстенсивность составляла 2,19 %, в 2019 г. – 3,65 %, тогда как в многоводные периоды эти значения снижались в среднем почти в шесть раз.

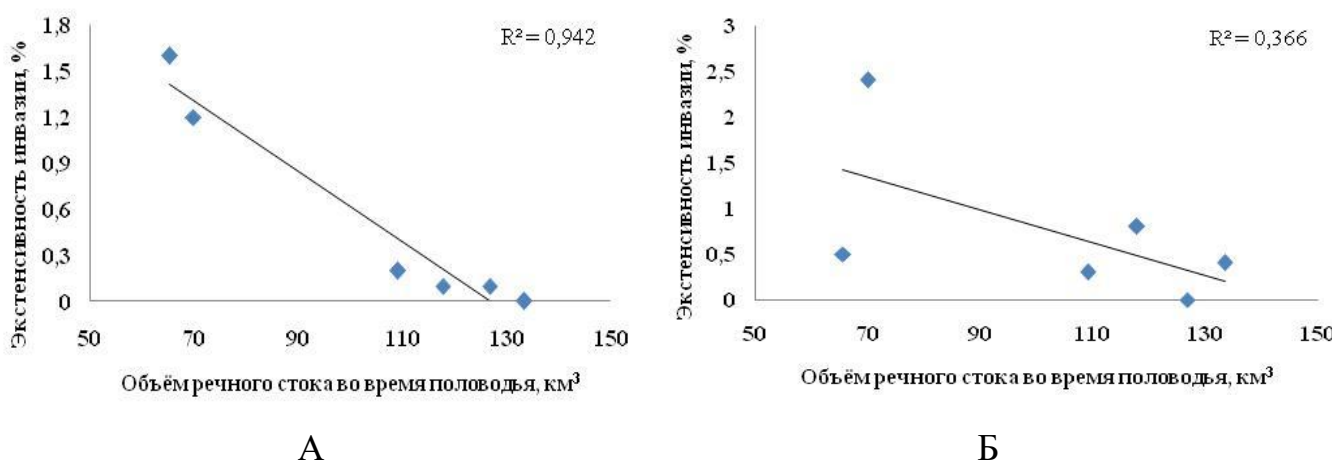


Рисунок 17 – Зависимость зараженности молоди воблы трематодой *P. cuticola* от объёма речного стока: А – восточная часть; Б – западная часть

Вероятно, низкий уровень воды на нерестилищах и, как следствие, высокая плотность молоди на ограниченных участках полоев усиливают контакт с церкариями данного паразита и повышают заражённость рыб возбудителем чернопятнистого заболевания. Иными словами, чем ниже весенний сток, тем выше вероятность заражения молоди.

Еще одним видом, присутствующим в паразитофауне ранней молоди воблы была трематода *D. spathaceum*, метацеркарии которой фиксировались в стекловидном теле и хрусталике глаза (средняя экстенсивность инвазии $0,35 \pm 0,31$ %) (рис. 18). Встречаемость *D. spathaceum* у ранней молоди в 2018 г. составляла 0,91 %, в 2019 г. – 0,08 %, в 2020 г. – 0,32 % при единичной интенсивности инвазии (1-3 экз./рыбу) и не оказывала патогенного влияния на заражённую молодь.

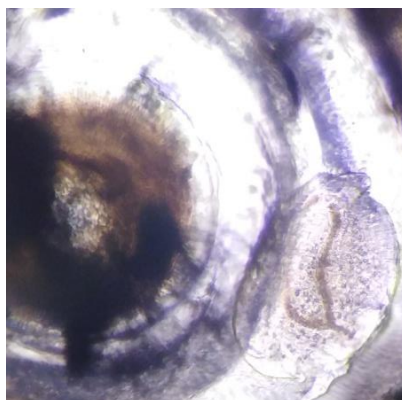


Рисунок 18 – Метацеркарий *D. spathaceum* у молоди воблы в стекловидном теле глаза (Ув.×280)

В мышечной ткани ранней молоди регистрировалась трематода *P. ovatus* (средняя экстенсивность инвазии составляла $0,08 \pm 0,05$ % в 2017 и 2019 гг., интенсивность инвазии составляла 1-2 экз./рыбу), которая также не оказывала патогенного влияния на заражённую молодь.

Из нематод у молоди отмечены лишь личинки *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae), локализованные в полости тела и под серозными оболочками (рис. 19). Экстенсивность инвазии ранней молоди воблы личинками круглых червей *Contracaecum sp.* в 2019 г. и 2020 гг. составляла 0,04 % и 0,08 %, соответственно.

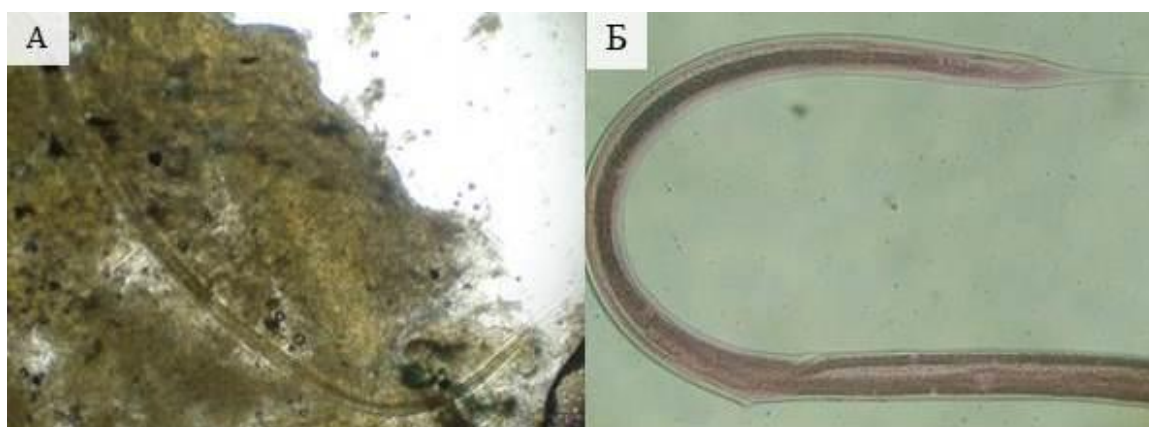


Рисунок 19 – Нематода *Contracaecum sp.* у молоди воблы: А – компрессионный препарат полости тела (Ув.×140); Б – выделенная нематода (Ув.×280)

Кроме гельминтов, в составе паразитофауны встречались паразитические моллюски – глохидии *Unio sp.* Доля заражённых особей варьировала от 0,19 до 5,24 %, в среднем составляя $1,72 \pm 0,82$ %, интенсивность инвазии при этом была 1-10 экз./рыбу. Максимальные показатели поражения были отмечены в 2019 г., экстенсивность инвазии составила 5,4 %. Глохидии регистрировались в жаберном аппарате и на всех плавниках (рис. 20). Опасность их заражения состоит в том, что свободноплавающие личинки, прикрепляясь к жабрам и плавникам молоди рыб, раздражают эпителий, вокруг паразита формируется капсула [124].

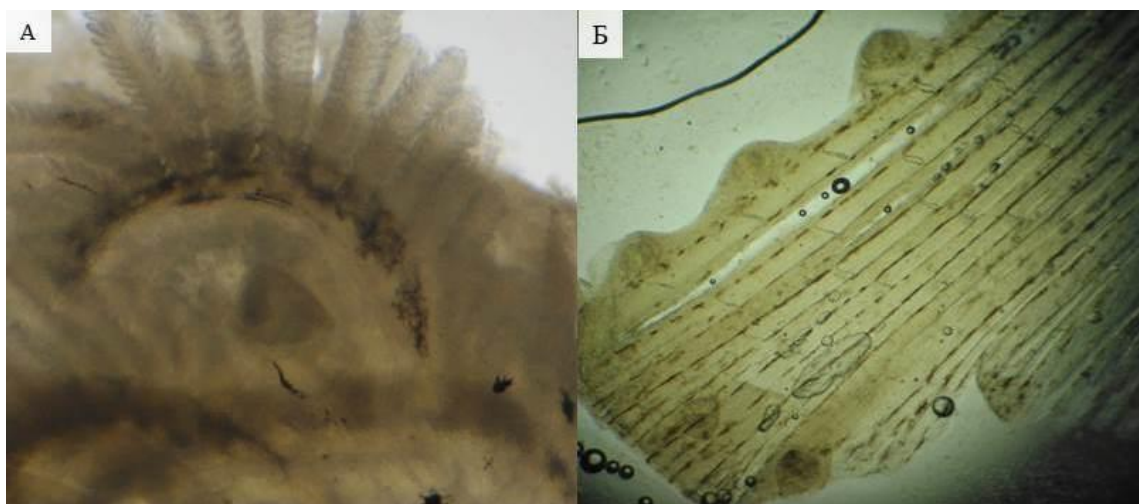


Рисунок 20 – Моллюски рода *Unio* (глохидии) у молоди воблы: А – на жаберных лепестках (Ув.×280); Б – на хвостовом плавнике (Ув.×280)

У обследованной ранней молоди воблы инкапсуляции не наблюдалось, что указывает на раннюю фазу реакции тканей; несмотря на присутствие личинок *Unio sp.*, выраженных патологических процессов не зафиксировано.

В целом паразитоценозы ранней молоди воблы в качественном и количественном отношении формировались за счёт трематод, из которых наиболее массовым видом был *A. muehlingi*, численность которого значительно варьировала как по районам исследований, так и в межгодовом аспекте.

Встречаемость зараженной молоди воблы на разных этапах онтогенеза.

О более высокой патогенности трематод *A. muehlingi* и *P. cuticola* для ранней молоди воблы в условиях полоев в маловодные периоды свидетельствует выявление их метацеркариев у рыб длиной 13-17 мм именно в годы низких паводков. В большинстве случаев отмечалась слабая интенсивность инвазии (единичные метацеркарии обоих видов), однако заражение фиксировалось у личинок и мальков в широком диапазоне размерных классов.

На разных этапах онтогенеза у молоди воблы регистрировалась заражённость эпидемиологически значимой трематодой *A. muehlingi*. Проведённый анализ полевых материалов за 2015-2020 гг. выявил достоверную линейную зависимость между стадией развития и уровнем заражённости этим паразитом: по мере роста личинок доля инфицированных устойчиво

увеличивалась (рис. 21).

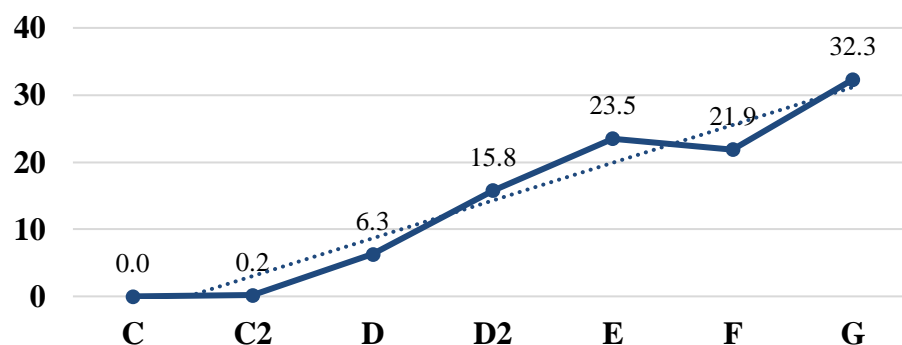
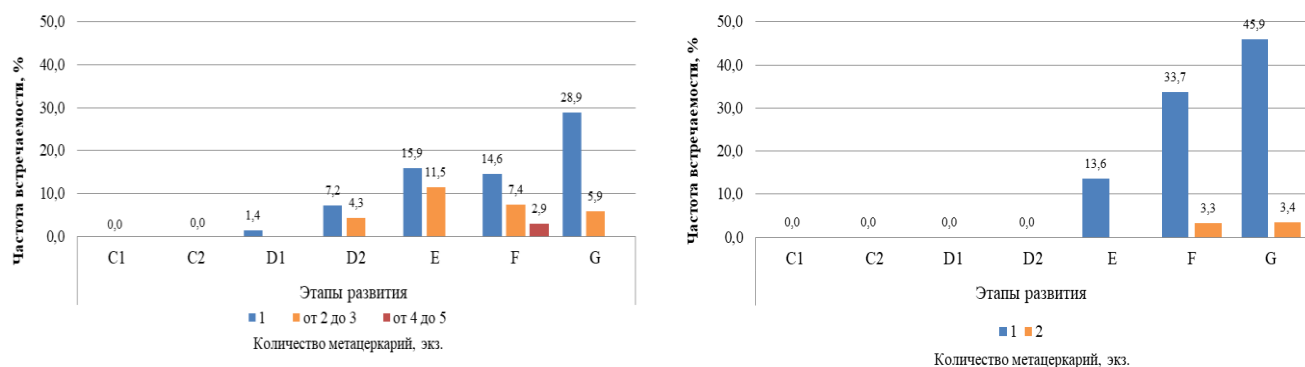


Рисунок 21 – Возрастная динамика заражённости молоди воблы трематодой *A. muehlingi* на нерестилищах дельты Волги в 2015-2020 гг., %

Вместе с тем на стадии F отмечено снижение доли заражённых особей. Вероятно, часть молоди с высокой паразитарной нагрузкой не доживает до этой стадии. В местах внедрения метацеркариев на коже и в мышцах наблюдались гематомы и очаги деструкции, что снижало двигательную активность и координацию, повышая риск летального исхода. Сходные патоморфологические последствия при инвазии *A. muehlingi* описаны и другими авторами для молоди карповых [154], где, помимо механического, отмечено токсическое действие паразита.

Наиболее выраженное патогенное влияние трематода *P. cuticola* оказывает на молодь длиной 13-27 мм, когда максимальная интенсивность достигала 5 экз./рыбу, что соответствует сублетальным–летальным дозам для личиночно-мальковых стадий [29]. В маловодные годы заражение *P. cuticola* начиналось на более ранних этапах развития: метацеркарии выявлялись уже на стадии D1 составляя 1 экз./рыбу (рис. 22 А). На поздних личинках и ранних мальках (стадия E) фиксировали 2-3 цисты (до 11,5 % заражённых), а на стадии F интенсивность у части рыб возрастала до 4-5 экз./рыбу. По мере роста доля особей с максимальной интенсивностью резко снижалась, что, как и в случае с *A. muehlingi*, указывает на гибель наиболее поражённых рыб. В многоводные периоды метацеркарии *P. cuticola* встречались преимущественно на стадии G, как правило, в единичном числе (у 93,2 % инфицированных рыб – одна циста) (рис. 22 Б).



А

Б

Рисунок 22 – Частота встречаемости трематоды *P. cuticola* на разных этапах развития молоди воблы в полях дельты р. Волги: А – маловодные периоды; Б – в многоводные периоды, %

Остальные паразиты, выявленные у ранней молоди, выраженного патологического эффекта не оказывали, однако в совокупности могли снижать жизнестойкость рыб. В целом полученные данные показывают, что заражение трематодами у молоди воблы формируется преимущественно на ранних этапах онтогенеза. Церкарии, покидая первого промежуточного хозяина – моллюска, активно присутствуют в водной среде полоевых водоёмов, где молодь рыб выступает вторым промежуточным хозяином и обеспечивает дальнейшее развитие гельминта до стадий, доступных окончательным хозяевам (рыбоядным птицам).

3.3 Гематологические показатели ранней молоди воблы

Гематологические показатели являются информативными биомаркерами реакции организма на экологическое неблагополучие и связанные с ним ветеринарно-санитарные риски. Личинки и молодь рыб наиболее чувствительны к колебаниям гидрологического режима, уровню кислородного и трофического обеспечения, а также к паразитарной нагрузке. В связи с этим профиль эритропоеза, морфология эритроцитов и лейкоцитарная формула могут выступать информативными показателями для ранней диагностики неблагоприятных воздействий на раннюю молодь воблы на нерестилищах дельты Волги.

Морфологическая картина клеток крови молоди воблы в зависимости от внешних условий среды обитания.

Гематологические параметры являются информативными индикаторами, объективно отражающими физиологическое состояние и степень адаптации рыб к условиям окружающей среды [126, 271]. Их количественные и качественные характеристики изменяются в зависимости от видовой принадлежности, условий обитания, характера питания, возраста, состояния здоровья и половой зрелости [265]. Кроме того, вариабельность показателей крови рыб во многом обусловлена изменениями условий окружающей среды, включая качество воды, содержание растворённого кислорода, температуру и солёность, что свидетельствует о физиологической реакции организма на внешние факторы. Наибольшую восприимчивость к неблагоприятным воздействиям демонстрируют молодые особи, у которых физиологические системы организма ещё формируются. В условиях стресса или патологии кроветворная система реагирует одними из первых. Анализ клеточного состава крови позволяет комплексно оценить функциональное состояние организма, фиксируя как физиологические адаптации, так и патологические отклонения, вызванные факторами различной этиологии [58, 97, 198].

Результаты ранее выполненных автором исследований, посвящённых характеристике процессов эритропоэза [227-228], указывают на высокую информативность анализа клеток эритроцитарного ряда для ранней диагностики патологических изменений, способных снижать жизнеспособность молоди рыб и в перспективе оказывать влияние на численность популяций. В связи с этим оценка параметров эритропоэза рассматривается как чувствительный показатель функционального состояния организма, особенно на этапах личиночно-малькового развития.

Микроскопическое исследование мазков периферической крови обследованной молоди воблы показало, что наряду со зрелыми эритроцитами присутствуют бластные и промежуточные формы клеток эритроидного ряда. К ним относились эритробласты, пронормобласты, а также базофильные, полихроматофильные и оксифильные нормобласты (рис. 23).

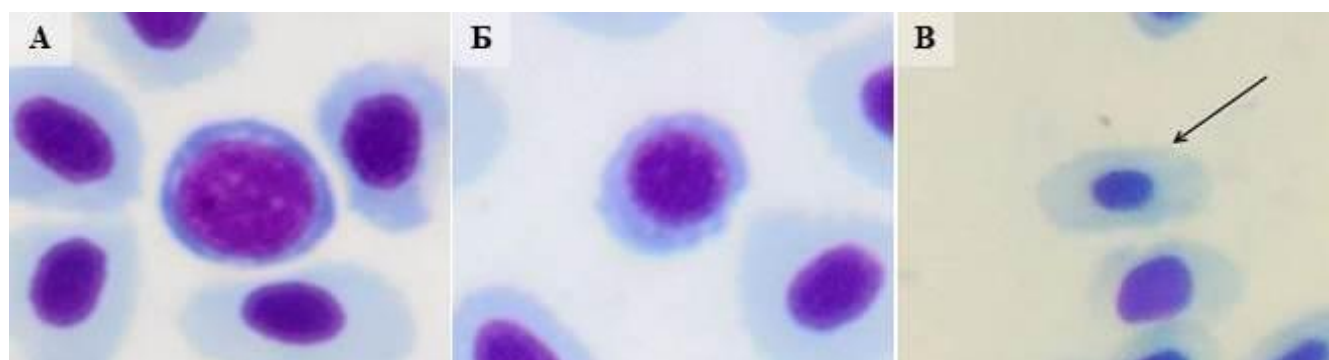


Рисунок 23 – Клетки эритроцитарного ряда в мазке периферической крови ранней молодежи воблы, отобранной в дельте Волги: А – эритробласт; Б – базофильные нормобласты; В – дефинитивный эритроцит. Ув. $\times 1000$. Окраска по Паппенгейму.

В структуре периферической крови молодежи воблы преобладали дефинитивные эритроциты, характеризующиеся эллипсоидной формой, вытянутым тёмно-фиолетовым ядром и слоем прозрачной цитоплазмы. В многоводные годы доля данных клеток была достоверно выше и составляла $72,0 \pm 1,6$ % ($p < 0,05$). В условиях маловодных лет процент зрелых эритроцитов снижался по сравнению с многоводными периодами, однако их доминирующее положение в клеточном составе крови сохранялось (табл. 5). При этом доля созревающих форм эритроцитарного ряда в данной группе рыб была ниже и составляла $52,0 \pm 1,9$ %.

Таблица 5 – Показатели клеток красной и белой крови молодежи воблы в маловодные и многоводные периоды в дельте Волги, $M \pm m$, %

Вид клетки крови	Период исследований	
	Маловодный период	Многоводный период
Гемоцитобласты	$0,6 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,02$
<i>Эритроцитарный ряд</i>		
Эритробласты	$4,5 \pm 0,7$	$2,5 \pm 0,4$
Пронормобласты	$6,7 \pm 0,9$	$2,7 \pm 0,3$
Базофильные нормобласты	$12,9 \pm 0,9$	$5,0 \pm 0,7$
Полихроматофильные нормобласты	$10,8 \pm 0,6$	$8,3 \pm 0,6$
Оксифильные нормобласты	$14,2 \pm 0,7$	$11,1 \pm 0,7$
Зрелые эритроциты	$52,0 \pm 1,9$	$72,0 \pm 1,6^*$
<i>Лейкоцитарная формула</i>		
Миелобласты	$2,5 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$
<i>Нейтрофильные гранулоциты</i>		
Миело- и метамиелоциты	$6,4 \pm 0,7$	$3,3 \pm 0,2$
Палочкоядерные нейтрофилы	$2,5 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,2$
Сегментоядерные нейтрофилы	$5,0 \pm 0,6^*$	$2,8 \pm 0,3^*$
<i>Эозинофильные гранулоциты</i>		

Вид клетки крови	Период исследований	
	Маловодный период	Многоводный период
Миело- и метамиелоциты	2,6±0,3	1,4±0,1*
Палочкоядерные эозинофилы	2,1±0,3	1,1±0,1
Сегментоядерные эозинофилы	3,4±0,3*	1,8±0,2
<i>Базофильные гранулоциты</i>		
Базофилы	1,2±0,1	1,0±0,01
<i>Агранулоциты: моноцитарный ряд</i>		
Монобласты	2,2±0,3	1,5±0,2
Промоноциты	2,1±0,3	1,4±0,1
Моноциты	5,1±0,6	2,2±0,3
<i>Агранулоциты: лимфоидный ряд</i>		
Лимфобласты	14,7±1,2	3,8±0,4
Пролимфоциты	7,9±0,9	7,6±0,8
Лимфоциты	45,8±2,4	75,4±1,2
Примечание: * Различия достоверны на уровне $p < 0,05$		

Эритробласты характеризовались наличием крупного красно-фиолетового ядра со слабо различимыми ядрышками и базофильной цитоплазмой. В среднем их доля составляла 3,6 %. Пронормобласты отличались от эритробластов более выраженным и широким ободком цитоплазмы. Содержание данных клеток варьировало в пределах от 1,0 до 23,0 % и было значительно выше у групп рыб, отобранных в маловодный год. У базофильных нормобластов ядро имело красно-фиолетовую комковатую структуру, тогда как цитоплазма сохраняла слабую базофильную окраску. Их количество в крови молоди воблы в маловодные годы превышало аналогичный показатель в многоводные периоды более чем в 2,5 раза ($p < 0,05$). Полихроматофильные и оксифильные нормобласты характеризовались чётко очерченными красно-фиолетовыми ядрами и выраженным слоем тёмно-розовой цитоплазмы. Доля этих клеток также зависела от гидрологического режима и в среднем составляла 12,5 % в маловодный год и 9,7 % в многоводный.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что интенсивность и характер эритропоеза у молоди воблы существенно варьируют в зависимости от условий окружающей среды. К числу ведущих регулирующих факторов относятся температурный режим воды, содержание растворённого кислорода и доступность кормовой базы [179, 234]. В многоводные годы при относительно стабильных гидрологических условиях в периферической крови преобладали

зрелые эритроциты. Это, вероятно, связано с более благоприятными условиями для роста и развития рыбы, включая достаточную оксигенацию среды и высокую трофическую обеспеченность, что способствует формированию устойчивого и физиологически сбалансированного эритропоэза. В противоположность этому, в маловодные периоды, характеризующиеся стрессовыми условиями среды, снижением концентрации растворённого кислорода и изменением кормовой базы, отмечалось увеличение доли бластных и созревающих форм эритроцитарного ряда. Данная особенность отражает компенсаторное усиление процессов эритропоэза в ответ на неблагоприятные внешние факторы.

В ходе исследований также были зафиксированы морфологические патологии эритроцитов, включая агглютинацию, амитоз ядра, гипохромазию, пойкилоцитоз, инвагинацию ядра, образование шистоцитов, осморезистентность и смещение ядра. Указанные изменения преимущественно регистрировались в многоводный период. Общая частота выявления патологий среди обследованных особей составила 31,6 %, при этом доля патологически изменённых клеток достигала 6,1 %. Среди всех зарегистрированных нарушений морфологии эритроцитов наиболее часто встречались гипохромазия ($14,7 \pm 3,1$ %) и осморезистентность ($9,6 \pm 0,9$ %).

Для выявления патологических процессов в организме анализировали изменения численности и морфологических форм лейкоцитов, а также их процентное соотношение. Лейкоцитарная формула у обследованной молодежи воблы была представлена гранулоцитами, включая нейтрофилы, эозинофилы и базофилы, а также агранулоцитами – лимфоцитами и моноцитами, находившимися на различных стадиях зрелости (табл. 5). В периферической крови выявлялись бластные формы гранулоцитопоэза, представленные миелобластами с красно-фиолетовым ядром и узким ободком базофильной цитоплазмы (рис. 24 А-Б). Созревающие клетки – промиелоциты – характеризовались ядром неправильной овальной формы и бледно-базофильной цитоплазмой. Среди созревающих нейтрофилов и эозинофилов регистрировались миелоциты и метамиелоциты (рис. 24 В-Д).

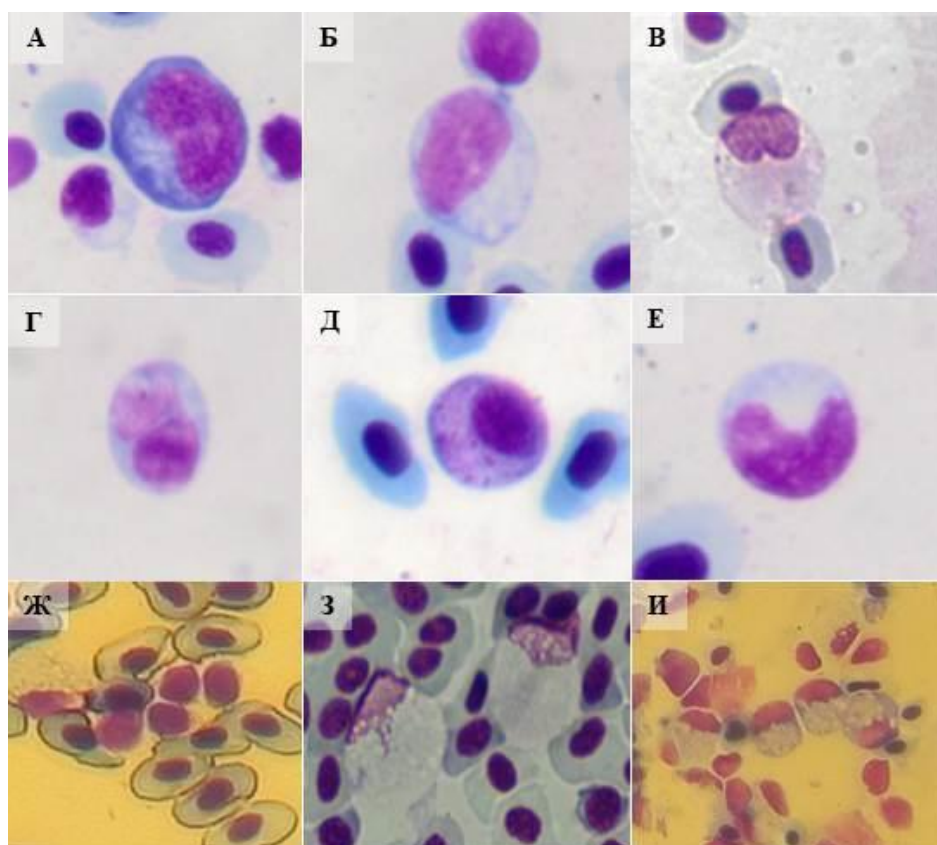


Рисунок 24 – Лейкоциты молоди воблы в дельте Волги: А – гемоцитобласт; Б – миелобласт; В – нейтрофильный метамиелоцит; Г – сегментоядерный нейтрофил; Д – эозинофильный миелоцит; Е – промиелоцит; Ж – лимфоциты; З, И – моноциты. А-З – Ув.×1000; И – Ув.×400. Окраска по Паппенгейму

У сегментоядерных форм ядро было разделено на два сегмента примерно одинакового размера. Цитоплазма нейтрофилов содержала мелкую сероватую зернистость, тогда как у эозинофилов она отличалась более грубой розовой грануляцией. Суммарная доля нейтрофильных клеток была выше в маловодный период.

Наиболее многочисленными были лимфоциты, характеризующиеся неравномерно расположенным красно-фиолетовым ядром (рис. 24 Ж). В многоводный период их доля у обследованных рыб составляла $86,8 \pm 0,8$ %, что соответствует физиологическим значениям для данного возрастного этапа развития [97, 149].

В маловодные годы у молоди воблы отмечалось снижение доли лимфоцитов, тогда как содержание нейтрофилов и эозинофилов, напротив,

увеличивалось. Нейтрофилы относятся к наиболее реактивным клеткам крови и отличаются высокой чувствительностью к инфекционным и токсическим воздействиям, тогда как эозинофилы чётко реагируют на изменения абиотических факторов среды [88]. В маловодный период доля эозинофильных клеток возрастала до $8,0 \pm 0,3$ % от общего числа лейкоцитов. Содержание клеток моноцитарного ряда у молоди воблы в разные периоды исследования не превышало 3,0 %. Зрелые моноциты характеризовались округлой или вытянутой формой, эксцентрично расположенным ядром и «вспененной» грязно-синей цитоплазмой (рис. 24 Д). Моноциты являются активными фагоцитами, участвующими в поглощении продуктов распада клеток и тканей. На исследованных мазках крови отмечалось присутствие фагоцитирующих макрофагов в зонах скопления разрушенных эритроцитов, что было характерно для молоди воблы в период маловодья. Базофилы в периферической крови встречались редко, их доля составляла около 1,1 %.

Таким образом, изменение экологических условий, включая уровень половодья, оказывает непосредственное влияние на интенсивность и направленность процессов эритропоэза и формирование лейкоцитарной формулы у молоди воблы. Выявленные изменения отражают адаптационные механизмы организма, направленные на поддержание гомеостаза и выживание в условиях трансформации среды обитания.

Анализ крови при паразитарных инвазиях.

В ранее опубликованной работе автора [227] с целью оценки влияния паразитарной инвазии на ранние стадии развития рыб проведено исследование гематологических показателей молоди при заражении трематодами *A. muehlingi* и *P. cuticola*. Обследованные особи были условно распределены на три экспериментальные группы: инфицированные *A. muehlingi*, инфицированные *P. cuticola* и свободные от паразитарной инвазии.

Результаты гематологического анализа показали, что у заражённой молоди доля молодых форм эритроцитов статистически значимо превышала аналогичный показатель у незаражённых рыб и составляла $54,7 \pm 3,7$ % при инвазии *P. cuticola* и

50,6±2,8 % при заражении *A. muehlingi*, тогда как в контрольной группе данный показатель равнялся 23,5±2,5 %. Полученные данные свидетельствуют об активации эритропоэтических процессов в ответ на паразитарное воздействие, что отражает компенсаторные механизмы кроветворения при трематодозной инвазии (табл. 6).

Таблица 6 – Характеристика клеточного состава красной и белой крови молоди воблы при паразитарных инвазиях, М±m, %

Виды клеток	Незаражённые особи	Особь, заражённые <i>A. muehlingi</i>	Особь, заражённые <i>P. cuticola</i>
<i>Эритроцитарный ряд</i>			
Молодые эритроциты (бластные + созревающие)	23,5±2,5	50,6±2,8*	54,7±3,7*
Зрелые эритроциты	76,5±1,6	49,4±3,1	45,3±4,1
<i>Лейкоцитарный ряд</i>			
Нейтрофильные миелоциты	0,9±0,2	6,7±1,2*	4,8±0,8*
Нейтрофильные метамиелоциты	0,5±0,1	3,3±0,8*	6,2±1,0
Нейтрофилы палочкоядерные	1,3±0,6	1,2±0,6	2,5±0,4
Нейтрофилы сегментоядерные	2,1±0,4	2,2±0,2*	1,8±0,6*
Эозинофильные миелоциты	0,2±0,1	0,9±0,2*	3,1±1,2
Эозинофильные метамиелоциты	0,5±0,2	1,2±0,6	1,2±0,5
Эозинофилы палочкоядерные	0,7±0,1	0,2±0,1	1,5±0,8*
Эозинофилы сегментоядерные	1,2±0,5	0,7±0,1*	1,2±0,2*
Базофилы	0,5±0,1	0,0	0,6±0,1
Моноциты	2,7±1,1	7,5±1,8*	9,5 ±1,3
Лимфоциты	89,4±4,3	76,1±4,6	67,6±3,8*
<i>Примечание:</i> * различия с контролем достоверны (p<0,05)			
** таблица составлена на основе ранее опубликованных данных автора [227].			

В лейкоцитарной формуле заражённых рыб выявлялось увеличение доли нейтрофильного звена, обусловленное преимущественно ростом числа молодых форм. Так, содержание миелоцитов возрастало в 5-7 раз, а метамиелоцитов – в 7-12 раз по сравнению с незаражёнными особями. При этом доля зрелых нейтрофилов в исследуемых группах статистически значимых различий не демонстрировала. У рыб, инфицированных *P. cuticola*, дополнительно регистрировалось присутствие базофилов, доля которых составляла 0,6±0,1 %. Одновременно отмечалось увеличение содержания эозинофилов и клеток моноцитарного ряда. На фоне инвазии *P. cuticola* наблюдалось достоверное снижение доли лимфоцитов на 24,3 % по сравнению с незаражёнными рыбами и

на 14,9 % по сравнению с особями, инфицированными *A. muehlingi*.

Подобные сдвиги в формуле крови происходят при инфекциях и инвазиях [57]. Рост нейтрофилов и эозинофилов закономерен как ответ на паразитарную и токсическую нагрузку [57, 139-140, 231]. Для заражённой молодежи также было характерно увеличение числа фагоцитирующих макрофагов (в среднем $7,4 \pm 2,4$ % всех лейкоцитов), что отражает также наличие патологического процесса [88, 140, 211].

В исследуемых мазках крови ранней молодежи воблы, помимо нормальных форм, выявлялись морфологически изменённые эритроциты. В крови молодежи воблы регистрировались восемь типов патологических изменений эритроцитов, среди которых отмечались агглютинация, amitotическое деление ядра, гипохромазия, пойкилоцитоз, инвагинация ядра, шистоциты, снижение осмотической резистентности и смещение ядра (табл. 7).

Таблица 7 – Частота патологически изменённых эритроцитов у молодежи воблы при паразитарных инвазиях, $M \pm m$, %

Вид патологии	Заражённые особи (суммарное количество рыб, поражённых трематодами <i>A. muehlingi</i> и <i>P. cuticola</i>)		Незаражённые особи	
	Частота встречаемости у рыб, %	Доля патологических клеток, %	Частота встречаемости у рыб, %	Доля патологических клеток, %
Агглютинация	48,1±3,8	5,3±1,2	0,0	0,0
Амитоз	23,1±1,4	1,2±0,5	0,0	0,0
Гипохромазия	63,5±4,7	14,7±3,1	21,1±3,5	4,9±0,6
Инвагинация ядра	11,5±0,8	1,7±0,4	14,0±2,2	0,5±0,1
Осморезистенция	13,5±2,0	9,6±0,9	7,0±1,7	1,3±0,1
Пойкилоцитоз	59,6±3,4	6,8±1,7	26,3±7,5	1,1±0,1
Смещение ядра	15,4±1,4	2,1±0,4	19,3±4,5	3,8±0,3
Шистоциты	18,1±2,3	8,1±0,5	0,0	0,0

Примечание: таблица составлена на основе ранее опубликованных данных автора [227].

Наиболее часто встречалась гипохромазия эритроцитов, частота которой у заражённой молодежи составляла $63,5 \pm 4,3$ %, доля гипохромных клеток – $14,7 \pm 3,8$ % (рис. 25 Б). У незаражённой молодежи гипохромазия эритроцитов отмечена реже ($21,1 \pm 1,3$ %; $4,9 \pm 0,6$ % клеток). Гипохромазия проявлялась сниженной

интенсивностью окраски цитоплазмы эритроцитов, что указывает на пониженное содержание гемоглобина в клетках.

Патологические изменения эритроцитов, включая агглютинацию, амитотическое деление ядра и шистоцитоз, регистрировались исключительно у заражённых рыб. Агглютинация (склеивание клеток) зафиксирована у $48,1 \pm 2,7$ % особей – цепочки содержали 5-20 клеток (рис. 25 А), встречаемость – 5-10 скоплений на мазок. Чаще агглютинация отмечалась при смешанной инвазии *P. cuticola* и *A. muehlingi*.

Амитоз был обнаружен у $23,1 \pm 3,2$ % инвазированных особей, деление сопровождалось образованием шистоцитов (рис. 25 Г, Е, Ж), доля которых достигала $8,1 \pm 0,4$ %; подобные изменения характерны для воспалительных процессов [88]. Смещение ядра и появление безъядерных форм связаны с гипоксией и токсическим воздействием [88].

Пойкилоцитоз был отмечен у всех исследуемых групп, но чаще встречался у заражённых ($59,6 \pm 1,7$ %). При данной патологии клетки эритроцитарного ряда, как молодые, так и зрелые, характеризовались выраженным полиморфизмом и приобретали треугольную, серповидную и грушевидную форму (рис. 25 И). Доля таких клеток в периферической крови инвазированных рыб составляла $6,8 \pm 0,7$ %, тогда как у особей, свободных от паразитов, данный показатель не превышал $1,1 \pm 0,4$ %. Выявленный у заражённой молодежи воблы пойкилоцитоз может свидетельствовать о функциональной недостаточности кроветворных органов [88].

Снижение осмотической резистентности эритроцитов, проявлявшееся формированием фестончатых краёв клеток (рис. 25 Б, Г), регистрировалось у $10,1 \pm 4,1$ % обследованных рыб. У заражённых особей с максимальной и смешанной инвазией доля таких клеток составляла $9,6 \pm 1,0$ %. Указанный показатель отличается высокой чувствительностью к воздействию факторов окружающей среды и паразитарных заболеваний [89, 99].

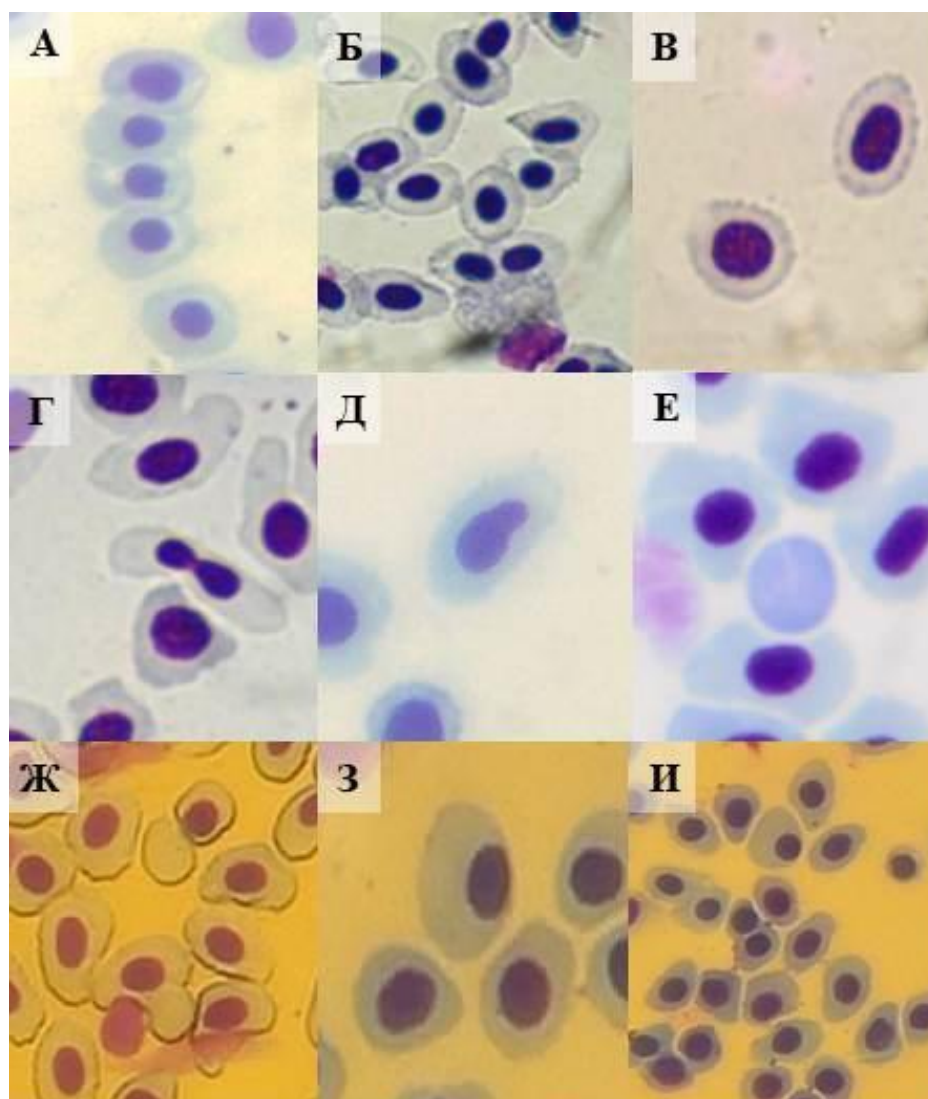


Рисунок 25 – Морфологические изменения эритроцитов у молоди воблы: А – агглютинация; Б – гипохромазия и нарушение осмотической резистентности с формированием фестончатого края; В – нарушение осмотической резистентности;

Г – amitotическое деление ядра; Д – инвагинация ядра; Е – безъядерный эритроцит; Ж – образование шистоцитов; З – смещение ядра; И – пойкилоцитоз.

А-З – Ув.×1000; И – Ув.×400. Окраска по Паппенгейму.

Патологические изменения ядра эритроцитов, включая инвагинацию и смещение, выявлялись как у инвазированных, так и у свободных от паразитов особей. Инвагинация ядра (рис. 25 Д) отмечалась у $12,8 \pm 2,2$ % рыб и несколько чаще регистрировалась у незаражённых особей. Смещение ядра к периферии (рис. 25 З) встречалось у $17,3 \pm 2,9$ % всей выборки, максимальные значения также отмечались у незаражённых. Эти нарушения могут отражать напряжённую экологическую обстановку и состояние гипоксии у молоди воблы на

нерестилищах [88]. Более низкая доля рыб с ядерными патологиями в группе заражённых может объясняться гибелью наиболее ослабленных паразитарными инвазиями особей. 60 % заражённых рыб имели дегенеративные формы эритроцитов, причём у значительной части отмечались не менее двух типов патологий (табл. 8).

Таблица 8 – Встречаемость молодежи воблы с различным числом патологических изменений эритроцитов в периферической крови, $M \pm m$, %

Группа особей	Доля рыб без патологий эритроцитов	Доля рыб с патологиями эритроцитов, %	
		С единственным типом патологии в периферической крови	С двумя и более типами патологий в периферической крови
Заражённые особи	38,4±4,5	13,6±2,1	48,0±1,8
Незаражённые особи	54,3±2,7	10,5±2,1	35,2±3,3

Примечание: таблица составлена на основе ранее опубликованных данных автора [227].

У незаражённых особей патологические изменения эритроцитов регистрировались в 45,7 % случаев, при этом у 10,5 % рыб выявленные нарушения носили единичный и слабо выраженный характер. Более половины неинвазированных особей характеризовались нормальной эритроцитарной картиной.

3.4 Гистологические исследования молодежи воблы

Морфологическое исследование ранней молодежи рыб имеет как научное, так и важное прикладное значение. Гистологическая картина может показать патологические изменения в клетках и тканях рыб еще до появления внешних признаков заболеваний. Вместе с тем изучение раннего онтогенеза ценных видов рыб позволит дать морфологическую характеристику организма и оценить их промысловые запасы [4, 55, 104].

Особенности строения жаберного аппарата. Как показано в предыдущих работах автора [225], у исследованной молодежи основание каждого филамента разделялось на две ножки, на каждой из которых с одной стороны в среднем располагалось 12–13 ламелл (рис. 26).

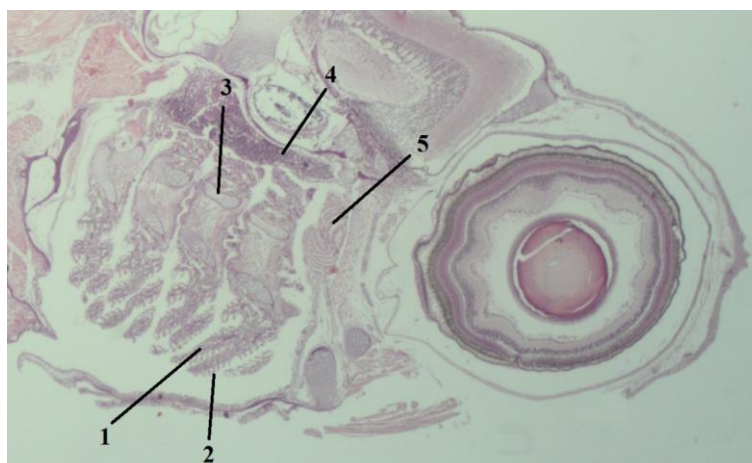


Рисунок 26 – Фрагмент жаберного аппарата молоди воблы: 1 - первичные жаберные лепестки (филаменты); 2 - вторичные жаберные лепестки (ламеллы); 3 - жаберная дуга; 4 - вилочковая железа (тимуз); 5 - псевдобранхия. Ув.×20. Окраска гематоксилин-эозин,

Ламеллы на ножке ориентированы в противоположные стороны и выстланы низким кубическим (почти плоским) эпителием. Межламеллярные промежутки и филаменты покрыты многослойным неороговевающим эпителием в 3 ряда; артерии ножек имели лакунарные расширения. Основу ножек составляла тонкая пластинка гиалинового хряща; хондроциты располагались плотными «монетными столбиками». Аморфный матрикс выражен слабо, надхрящница – относительно толстая. Морфологическое состояние жаберного аппарата молоди рыб демонстрировало выраженные межгодовые различия. У особей, отловленных на нерестилищах дельты Волги, выявлен комплекс патологических изменений, нарушающих дыхательную функцию, характер и выраженность которых зависели от водного режима (табл. 9).

Таблица 9 – Количество молоди воблы с различными типами гистопатологий жаберного аппарата, $M \pm m$, %

Тип патологии	Маловодный период	Многоводный период
Десквамация эпителия ламелл	60,4±2,6	40,5±2,2
Деформация хрящевых пластинок	13,2±2,1	18,4±3,2
Дисплазия ламелл	29,6±3,0	14,1±0,7
Инфильтрация филаментов	58,9±4,6	29,9±3,3
Искривление ламелл	66,9±2,3	58,6±3,8
Отсутствие ламелл	48,4±1,5	28,1±1,7
Пролиферация многослойного эпителия	74,4±4,6	51,0±2,2
Расширение кровеносных сосудов	49,0±2,5	55,9±3,6

На жаберных дугах наблюдали по семь коротких филламентов, сразу делящихся на две ножки неодинакового размера – в среднем на каждой ножке по 12–15 ламелл с каждой стороны. В маловодные годы в среднем у $74,4 \pm 4,6$ % молоди фиксировали пролиферацию многослойного неороговевающего эпителия, заполнявшего межламеллярные промежутки (рис. 27 А-Е), в многоводные годы данная патология наблюдалась у $51,0 \pm 2,2$ % особей.

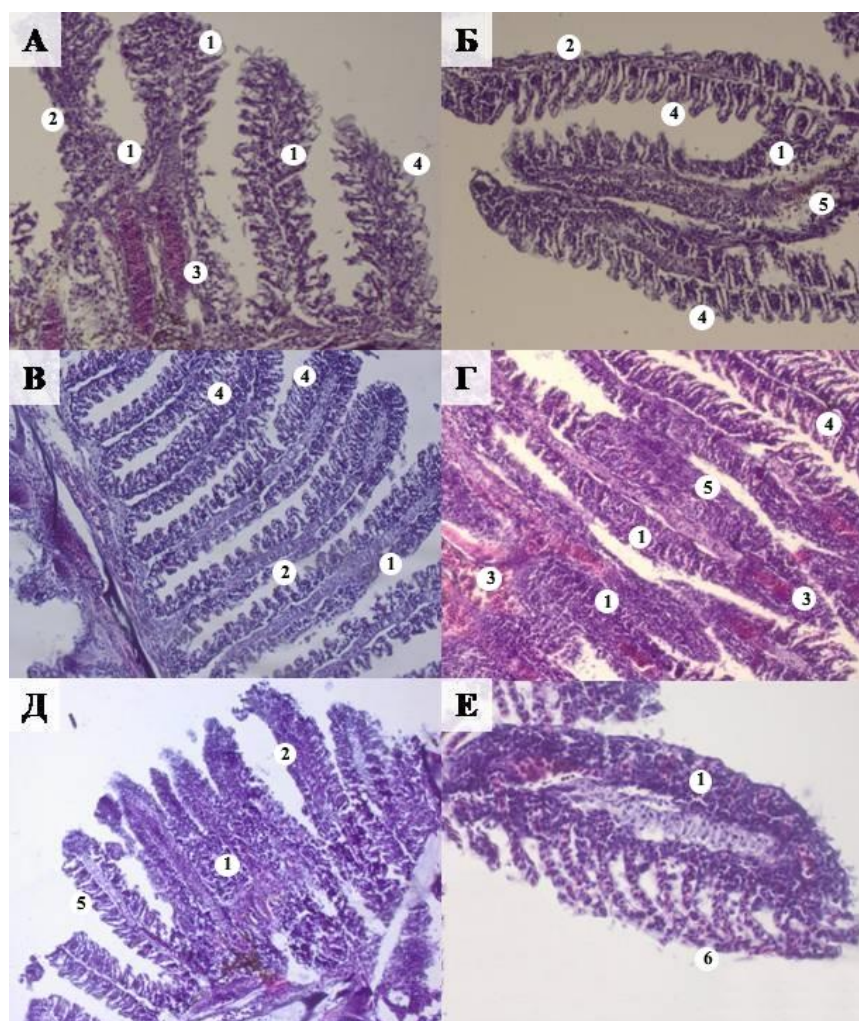


Рисунок 27 – Гистологические фрагменты жаберного аппарата молоди воблы: 1 - пролиферация многослойного эпителия; 2 - отсутствие ламелл; 3 - расширение кровеносных сосудов; 4 - десквамация эпителия ламелл; 5 - дисплазия респираторного эпителия; 6 - искривление ламелл. А-Д – Ув.×20; Е – Ув.×40.

Окраска гематоксилин-эозин.

Десквамация респираторного эпителия (рис. 27 А-Г) чаще отмечалась в маловодные годы ($60,4 \pm 2,6$ %). У отдельных особей участки десквамации

занимали до 40 % площади среза, что могло существенно ухудшать газообмен [251]. Приносящие артерии жаберных дуг и филламентов были резко расширены, отмечались кровеносные лакуны и кровоизлияния в тканях филламентов (рис. 27 А, Г). Нарушения циркуляторного русла регистрировались у $52,4 \pm 3,1$ % молодежи, достоверно чаще – в многоводные годы ($55,9 \pm 3,6$ %).

В маловодные периоды в жабрах часто наблюдалась инфильтрация лимфоцитами филламентов и межламеллярной ткани – в среднем у $58,9 \pm 4,6$ % особей, тогда как в многоводные годы – у $29,9 \pm 3,3$ %, что указывает на воспалительные процессы, вероятно инфекционной или паразитарной природы [251]. Клетки хрящевых пластинок у ранней молодежи располагались «монетными столбиками», аморфного матрикса было мало. Во многих филламентах хрящевые пластинки изгибались, деформации встречались реже других патологий: $18,4 \pm 3,2$ % – в многоводные и $13,2 \pm 2,1$ % – в маловодные годы. Такие изменения нарушают линейность сосудов и могут снижать эффективность газообмена.

На верхушках филламентов часто отсутствовали ламеллы, и их место занимала «шапочка» из многослойного неороговевающего эпителия. Ниже располагались ламеллы, причём верхние были короче. На части филламентов отмечалась полная атрофия ламелл с заменой их сплошными эпителиальными пластинками – такие участки не участвуют в газообмене; доля подобных изменённых филламентов достигала примерно трети. В маловодные годы отсутствие ламелл регистрировали у $48,4 \pm 1,5$ % особей, тогда как в многоводные – у $28,1 \pm 1,7$ %. Дисплазия ламелл встречалась достоверно чаще в маловодные годы ($29,6 \pm 3,0$ %). Искривлённые ламеллы выявлялись у большинства рыб: $66,9 \pm 2,3$ % – в маловодные и $58,6 \pm 3,8$ % – в многоводные годы, что уменьшает дыхательную поверхность и способствует гипоксии.

Таким образом, большинство патологий жаберного аппарата у молодежи воблы характерно для маловодных лет. Вероятно, при экстремальном маловодье и снижении растворённого кислорода молодежь адаптируется за счёт изменений площади ламелл, однако выраженность патологий в многоводные годы может указывать на присутствие поллютантов в водоёмах дельты [123, 127, 137]. При

высоком стоке возможно разбавление токсикантов и снижение их воздействия.

Особенности строения печени. Печень закладывается как брюшной вырост средней кишки и, древовидно разветвляясь, формирует трубчато-железистую структуру. У молоди воблы она занимала почти всю переднюю половину брюшной полости, охватывая органы пищеварения спереди, с боков и со спинной стороны. Основная масса представлена печёночными клетками (около 60 %), формирующими печёночные балки и паренхиму. Ядра гепатоцитов округлые, с чёткими ядрышками. Балки окружают многочисленные тонкостенные капилляры со смешанной артериально-венозной кровью: одна сторона балок обращена к желчным капиллярам, другая – к внутридольковым кровеносным капиллярам. Размеры гепатоцитов составляли 4,60-8,60 мкм, диаметр ядер – 1,5-5,12 мкм. В результате исследований был выявлен ряд гистопатологических изменений (табл. 10).

Таблица 10 – Количество молоди воблы с различными типами гистопатологий печени, $M \pm m$, %

Тип патологии	Маловодный период	Многоводный период
Жировой гепатоз 1 стадия	65,8±3,8	9,6±2,3
Жировой гепатоз 2 стадия	27,1±2,1	5,8±1,2
Жировой гепатоз 3 стадия	12,9±2,2	0,0
Инфильтрация лимфоцитов	31,7±5,1	3,7±0,32
Кистозные новообразования	22,3±2,4	0,0
Некроз гепатоцитов	10,5±0,48	0,0
Отёк ткани	64,7±3,4	7,4±1,4
Фиброз кровеносных сосудов	31,7±5,7	10,7±1,8

Для части молоди воблы, выловленной в маловодные годы, был характерен отёк печёночной ткани с расширением межклеточных пространств (рис. 28 А).

Во всех обследованных водоёмах в маловодные годы регистрировали мелко- и крупнокапельную жировую дистрофию. Крупная липидная капля ($d = 3,78-5,87$ мкм) занимала всю цитоплазму, оттесняя ядро и органеллы к периферии. В многоводные годы мелкие жировые капли ($d = 1,05 \pm 0,26$ мкм) в гепатоцитах появлялись на более поздних стадиях развития. Для ранней молоди были характерны зональные и диффузные формы ожирения: в первом случае

инфильтрованы группы гепатоцитов, во втором – практически все клетки печени; степень инфильтрации колебалась от 10 до 100 % в поле зрения.

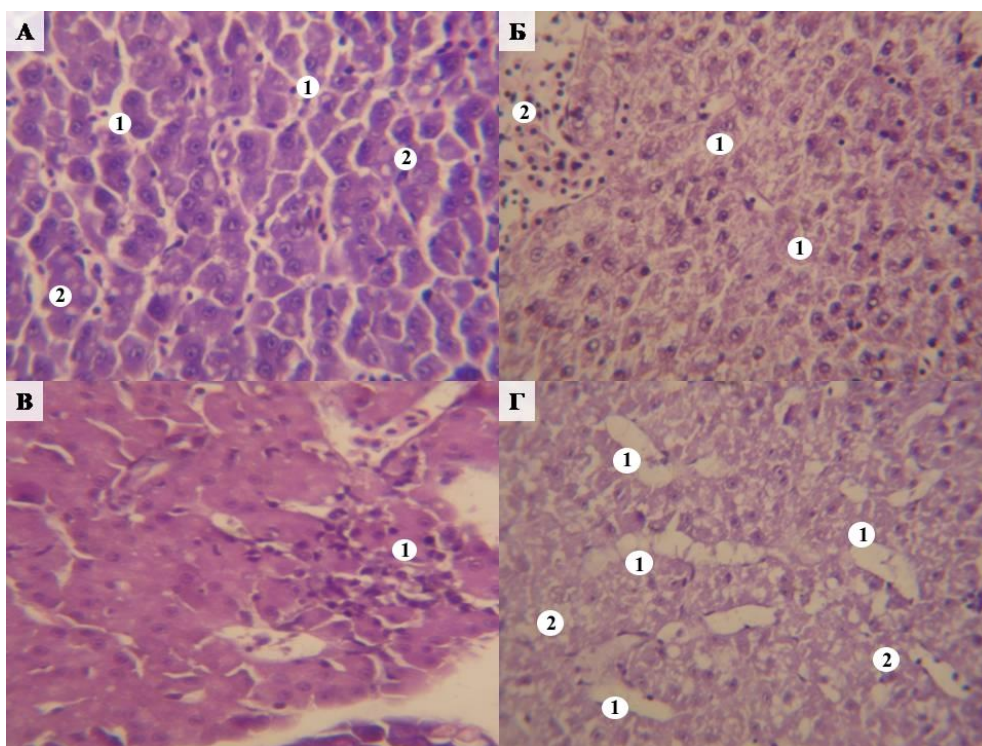


Рисунок 28 – Гистологические срезы печени молоди воблы: А – отёк ткани печени (расширенное межклеточное пространство (1) и жировые капли (2)); Б – массовый гепатоз с участками некроза печени: разрушенные гепатоциты (1) и кровеносный сосуд (2); В – инфильтрация лимфоцитами (1); Г – образование внеклеточных жировых кист (жировые кисты (1) и некроз гепатоцитов (2)). Ув.×40.Окраска гематоксилин-эозин.

У $65,8 \pm 3,8$ % молоди, выловленной в многоводный период, отмечали простое ожирение без выраженной деструкции (1-я стадия жирового гепатоза); у $27,1 \pm 2,1$ % – ожирение с некробиозом гепатоцитов (2-я стадия). У отдельных особей ($12,9 \pm 2,2$ %) наблюдали 3-ю стадию жирового гепатоза с начальной перестройкой дольковой структуры и прогрессирующим массивным некрозом (рис. 28 Б), ткань печени в этих случаях была бесструктурной.

Для 3-й стадии жирового гепатоза характерны анизоцитоз и анизокариоз, пикноз ядер. Воспалительная реакция была выражена инфильтрацией лимфоцитов в зонах некроза и вокруг крупных сосудов (рис. 28 В).

Согласно литературным данным [20], при жировой инфильтрации гибнут

клетки формируют внеклеточные жировые кисты. В исследованиях выявлены чёткие жировые кисты с протяжёнными разрастаниями в среднем у $22,3 \pm 2,4$ % личинок (рис. 28 Г). К жировому гепатозу могут приводить токсическое воздействие, нарушение питания и гипоксия. Существенным является длительность воздействия негативных факторов [210]. Патологические изменения сопровождались сосудистыми расстройствами, неравномерным расширением капилляров, множественными кровоизлияниями, появлением гранул гемосидерина в паренхиме, лимфоцитарной инфильтрацией вокруг стенок сосудов.

Таким образом, печень молоди была значительно повреждена, особенно в маловодные годы. Вероятно, при низком стоке ограниченная кормовая база, гипоксия и высокая температура на нерестилищах снижают функциональную активность печени. У большей части молоди были отмечены отёк паренхимы и признаки тяжёлого гепатоза, вплоть до массивного некроза, что свидетельствует об обратимых и необратимых изменениях, а также о неблагоприятном прогнозе выживаемости. В многоводные годы высокий уровень воды, лучший доступ к пищевым ресурсам и активность рыб способствуют нормальному метаболизму и функции печени.

Особенности строения выделительной системы. Ранее автором установлено [224], что на срезах исследуемых личинок воблы отчётливо различимы пронефрос (предпочка) и мезонефрос (первичная почка). Пронефрос локализован на уровне сердца и представлен плотным скоплением мезенхимных клеток с единичными дифференцирующимися клетками крови, также встречаются редкие зачаточные каналцы (рис. 29).

Мезонефрос – парный орган валикообразной формы с соединительнотканной капсулой, покрытый плоским эпителием, тянулся вдоль позвоночника. В туловищных почках всех исследованных личинок мезонефроны были полностью сформированы и дифференцированы на мезонефральные тельца, каналцы 1-го типа, проксимальные (2-го типа), дистальные (3-го типа) и каналцы 4-го типа, впадавшие в Вольфов проток.

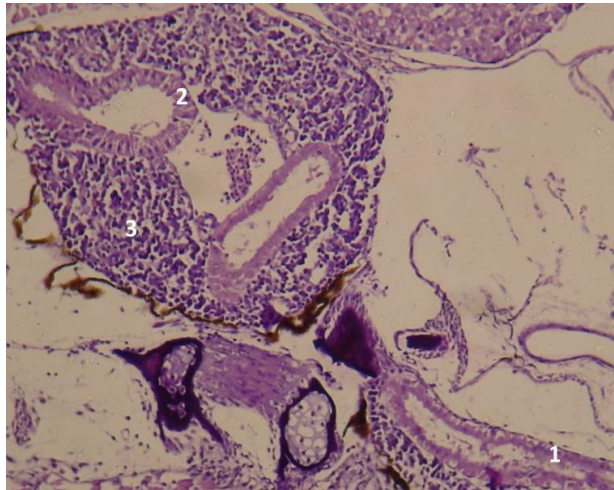


Рисунок 29 – Фрагмент пронефроса ранней молоди воблы: 1 – Вольфов канал; 2 – почечные канальцы; 3 – межканальцевая ткань. Ув.×40. Окраска гематоксилин-эозин

Просветы канальцев были переменны. В органе присутствовали нефроны разных уровней дифференцировки – от зачатков до функционирующих. Вдоль органа тянулся Вольфов проток, выстланный кубическим эпителием. Между мезенхимными клетками, как и в пронефросе, встречались дифференцирующиеся форменные элементы крови. Большинство извитых канальцев было без содержимого; местами выявлялись белковые массы. Цитоплазма кубических эпителиоцитов имела мелкозернистую структуру; в ряде участков базальная часть клеток отделялась от базальной мембраны; около трети клеток канальцевого эпителия не содержало ядра.

Почечные тельца у личинок были относительно небольшими и различались по форме (от округлой до вытянутой). Часто отмечалась «спаянность» капиллярных петель (гиперцеллюлярность). Мочевое пространство имело форму узких колец (около 31,5 % площади тельца). Наружный листок капсулы представлял собой однослойный плоский эпителий. Встречались единичные атрофированные клубочки. Средний диаметр почечных телец составил $46,7 \pm 5,1$ мкм при вариациях 37,1-72,3 мкм; высота эпителиальных клеток капсулы – 1,5-3,8 мкм (в среднем $3,1 \pm 0,3$ мкм). Диаметр клубочков варьировал от 26,5 до 53,3 мкм (в среднем $32,6 \pm 3,8$ мкм), что эквивалентно 70 % диаметра почечного тельца. Просветы канальцев имели следующие размеры: проксимальные – 5,3-8,8 мкм

($7,0 \pm 0,3$ мкм), дистальные – 5,7-10,7 мкм ($8,3 \pm 0,4$ мкм), собирательные трубочки – 6,7-9,7 мкм ($7,7 \pm 0,2$ мкм).

Таким образом, дистальные канальцы были в среднем шире проксимальных на 1,3 мкм (19 %), а собирательные трубочки занимали промежуточное положение. Отношение средней высоты эпителия капсулы к диаметру почечного тельца указывает на тонкостенную организацию и соответствует нормальной структуре мезонефроса ранней молодежи.

В большинстве извитых канальцев содержимое отсутствовало и местами в просветах были обнаружены белковые массы (частично или полностью их заполняющие), что может отражать этапы функциональной перестройки или апокриновую секрецию проксимальных отделов [31]. В ряде участков отмечались отслоение пласта эпителия от базальной мембраны и отсутствие ядер у части эпителиоцитов.

В маловодные годы почечные тельца чаще были округлыми и относительно крупными, клубочки занимали верхнюю часть капсулы и до 1/3-1/2 объёма тельца. В многоводные годы преобладало расширение мочевого пространства, встречались тельца с гипертрофированными клубочками, полностью заполняющими полость капсулы (предположительно за счёт пролиферации мезангия и эндотелия), а также варианты с периферическим расположением клубочка и мочевым пространством в виде полумесяца.

В целом мезонефрос ранней молодежи был морфологически сформирован, но функционально нестабилен и чувствителен к гидрологическим колебаниям и локальным экологическим воздействиям. Это проявляется вариабельностью размеров клубочково-канальцевого аппарата и повышенной частотой микроповреждений тубулярного эпителия.

Таким образом, гистологические исследования ранней молодежи выявили выраженную чувствительность внутренних органов к гидрологическим и экологическим условиям нерестилищ дельты Волги. Наиболее значимые морфофункциональные нарушения зафиксированы в жаберном аппарате, печени и выделительной системе, при этом максимальная частота и выраженность

патологий характерны для маловодных периодов. В жабрах преобладали изменения, снижающие дыхательную поверхность и эффективность газообмена, в печени – признаки жировой дистрофии, сосудистых и некротических нарушений, а в почках – структурная вариабельность и микроповреждения тубулярного эпителия, отражающие функциональную нестабильность органа. Совокупность выявленных гистопатологических изменений свидетельствует о напряжении адаптационных механизмов и снижении жизнестойкости ранней молоди воблы в условиях неблагоприятного гидрологического режима, тогда как в многоводные годы морфологическая организация органов характеризуется большей сохранностью и функциональной устойчивостью.

ГЛАВА 4. ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПРОДУКЦИИ ИЗ ВОБЛЫ

Безопасность пищевой рыбной продукции регулируется на законодательном уровне в соответствии с положениями Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) и ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» [229-230]. Вобла и производимая из неё пищевая продукция могут содержать широкий спектр биологических и химических контаминантов, способных оказывать неблагоприятное влияние, как на самих гидробионтов, так и на здоровье потребителей.

Учитывая эпидемиологическую значимость потенциальных возбудителей паразитарных и бактериальных инфекций, особое внимание уделяется вопросам ветеринарно-санитарной экспертизы, целью которой является выявление факторов риска и оценка безопасности продукции из водных биоресурсов. В соответствии с Приказом Минсельхоза России от 24.11.2021 г. № 793, утверждены Ветеринарные правила, регламентирующие порядок проведения экспертизы рыбы и продуктов её переработки [182]. Однако в научной литературе по-прежнему наблюдается дефицит комплексных исследований, касающихся санитарно-гигиенических и ветеринарно-санитарных характеристик воблы и её производных в условиях современного промысла и переработки.

Имеющиеся сведения по физико-химическим, биохимическим, микробиологическим и паразитологическим характеристикам воблы носят фрагментарный характер и зачастую публикуются в формате научно-популярных материалов, лишённых должной научной обоснованности [76-77, 220].

Изучение степени паразитарной и бактериальной контаминации воблы, а также оценка факторов, влияющих на безопасность и пищевую пригодность продукции, является крайне актуальной задачей. Высокая инвазированность оказывает негативное влияние на физиологическое состояние и репродуктивную способность рыб, что напрямую сказывается на промысловых запасах. Кроме того, ряд гельминтов и бактерий представляют потенциальную опасность для

человека при употреблении инфицированной продукции, способствуя возникновению зоонозных инфекций различной тяжести.

Таким образом, в условиях дефицита целостных научных исследований, по ветеринарно-санитарной оценке, воблы и продукции из неё, возникает необходимость в проведении комплексного анализа, включающего органолептическую, химическую, микробиологическую и паразитологическую экспертизу рыбы, добытой в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном районе. Настоящая глава посвящена результатам собственных исследований, направленных на всестороннюю оценку качества и безопасности воблы и производимой из неё продукции в соответствии с актуальными нормативными требованиями.

4.1 Размерно-весовые показатели воблы

Изучение размерно-весовых характеристик воблы представляет собой важную составляющую ветеринарно-санитарной экспертизы рыбной продукции, а также биологической оценки состояния популяции. В период с 2017 по 2021 гг. в рамках научных ловов, проведённых на промысловых участках Волго-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, были проанализированы размерно-весовые показатели воблы. Установлена тенденция к снижению доли половозрелых самок с икрой в уловах на 21,9 %, что может указывать на изменение репродуктивной структуры популяции и неблагоприятное влияние абиотических факторов (табл. 11).

Таблица 11 – Размерно-весовые показатели воблы в районах промысла Волго-Каспийского региона

Год	Промысловая длина, см	Общая масса, г	Масса без внутренних органов, г	Доля самок в уловах, %
2017 ^а n=100	20,9±0,3 ^{б-г} (17,0-28,0)	208,5±9,0 ^{б-д} (90,0-464,0)	167,1±7,0 ^{б-д} (75,0-406,0)	96,0 ^{г,д}
2018 ^б n=50	18,7±0,2 ^{а,д} (16,0-26,0)	143,0±7,6 ^а (80,0-362,0)	117,7±6,2 ^а (68,0-292,0)	96,0 ^{г,д}
2019 ^в n=100	19,2±0,2 ^{а,г} (15,0-27,0)	160,3±5,1 ^{а,г} (54,0-448,0)	129,6±4,2 ^{а,г} (46,0-362,0)	98,0 ^{г,д}
2020 ^г n=80	18,4±0,4 ^{а,в,г} (16,0-28,0)	127,0±6,0 ^{а,в,д} (76,0-420,0)	105,0±5,0 ^{а,в,д} (52,0-348,0)	87,5 ^{а-в, д}
2021 ^д	20,0±0,2 ^{б,г}	175,7±7,2 ^{а,г}	143,3±5,5 ^{а,г}	75,0 ^{а-г}

n=100	(15,5-26,0)	(68,0-416,0)	(56,0-336,0)	
Примечание: результаты представлены в виде $M \pm m$ (min-max); а, б, в, г, д – достоверность различий $p < 0,05$.				

В 2022–2024 гг. исследования были продолжены с включением данных, полученных при обследовании уловов рыболовов-любителей на реке Волга. Средняя длина особей воблы составляла от 15,0 до 20,4 см, при этом отдельные экземпляры достигали 30-33 см. Средняя масса варьировала от 160 до 190 г, максимальные значения достигали 360-400 г. Установлены сезонные колебания выхода икры: в осенний период – 6,1-8,3 %, весной – 13,5-20,1 %. Выход тушки составил 58,7-59,2 % от общей массы (табл. 12).

Таблица 12 – Размерно-массовый состав воблы с учетом разделки

Показатель	Данные 1927-1939 гг. [78, 86, 153]	Данные 1970-1999 гг. [204]	Результаты исследований
Длина, см	18,5-20,4 (весна) 16,2-22,0 (осень)	18,6-19,8	13,8-16,6 (весна) 16,6-18,3 (осень)
Масса, г	154,0-295,0 (весна) 136,0-176,0 (осень)	150,0-160,0	122,6-138,1 (весна) 138,1-152,6 (осень)
Мясо, %	60,96	48,7	47,6-50,4
Голова, %	17,3	15,1	14,3-15,5
Кости и плавники, %		15,9	12,0-13,9
Кожа, %		4,3	4,4-5,1
Внутренности, %, в том числе:	8,37	13,4	12,2-17,2
икра, %	6,37	14,0-23,0 (весна) 9,2/5-10 (осень)	13,5-20,1 (весна) 6,1-8,3 (осень)
молоки, %		1,8	1,2-1,8
Плавательный пузырь, %	0,9	1,6	1,01-1,44
Чешуя, %	6,1	5,1	5,5-6,2
Всего отходов, %	39,04	51,3	49,6-52,4
Тушка, %	60,2	61,8	58,0-59,2

Сравнительный анализ современных данных с материалами начала и конца XX века показал изменение биологических параметров воблы. Согласно сведениям, представленным в научной и справочной литературе [204], относительная масса большинства морфологических частей тела воблы остаётся стабильной, за исключением гонад. В 1970-1990-х гг. масса икры в весенний период составляла 14-23 % от массы рыбы, в осенний – 5-10 %. Диаметр икринок

весной достигал 1,1-1,3 мм, осенью – не превышал 0,9 мм. Средний выход пробойной икры составлял около 8,7 %. Зафиксированы экземпляры воблы массой до 1,5 кг и длиной до 50 см.

Сопоставление этих данных с современными показателями свидетельствует о снижении промысловой длины на 7,6-9,0 % и средней массы на 5,6-7,9 %. Такие изменения, вероятно, обусловлены экологическими трансформациями среды обитания, нарушением гидрологического режима и ростом антропогенного давления.

В настоящее время размерно-весовой состав воблы отличается высокой вариабельностью. Основу уловов составляют особи длиной 18-20 см и массой до 150-200 г. Минимальные значения (50 г) зафиксированы у молоди, отловленной в сентябре 2024 г. при научных исследованиях. Максимальные показатели (до 250 г) зарегистрированы при промышленной добыче в 2023-2024 гг.

Таким образом, полученные данные подтверждают негативные тенденции, выражающиеся в уменьшении длины и массы особей воблы, что требует усиления мер по охране и восстановлению её запасов, а также регулярного мониторинга размерно-весовых характеристик в рамках ветеринарно-санитарной экспертизы.

4.2 Оценка качества продукции из воблы

Оценка качества рыбы и продуктов из неё является ключевым этапом ветеринарно-санитарной экспертизы, направленной на обеспечение пищевой безопасности, сохранение здоровья потребителей и предотвращение распространения зоонозных и токсикоинфекционных заболеваний. В условиях интенсификации промысла и изменяющихся гидроэкологических факторов Волго-Каспийского региона возрастает значимость объективной оценки качества традиционно востребованных объектов рыбного хозяйства, включая воблу.

Комплексная характеристика качества воблы требует изучения целого ряда параметров, таких как органолептические свойства, физико-химические и микробиологические показатели, отражающих общее санитарно-гигиеническое состояние объекта, а также его пищевую и биологическую ценность. Состояние рыбы на момент вылова, уровень контаминации микроорганизмами и паразитами,

сезонные и физиологические особенности напрямую влияют на пригодность сырья для последующей переработки, хранения и реализации.

4.2.1 Органолептические показатели качества рыбы

Органолептическая оценка свежевывловленной рыбы

Результаты органолептической оценки, выполненной в процессе клинического осмотра свежевывловленной рыбы, показали соответствие показателей качества установленным нормативам. По критериям «внешний вид» и «наличие наружных повреждений» установлено, что поверхность рыбы была чистой, без механических повреждений, покрыта равномерным тонким слоем слизи. Естественная окраска была сохранена: тело серебристо-серого оттенка с характерным металлическим блеском; чешуя блестящая, плотно прилегала к телу; плавники (грудные, брюшные, анальный) окрашены в серые тона с затемнёнными краями; радужка глаз – серебристо-серая, без признаков гиперемии или оранжевой пигментации. Жабры отличались насыщенным тёмно-красным цветом, характерным для свежей рыбы. Незначительное сбивание чешуи наблюдалось в отдельных зонах, однако кожный покров при этом оставался целым; кровоизлияний или воспалительных изменений кожи не зафиксировано.

Консистенция мышечной ткани была плотной и упругой, соответствующей требованиям к качеству свежей рыбы. При разрезе мякоть восстанавливает форму, структура ткани однородная. Запах – типичный для свежей рыбы, без посторонних неприятных примесей. Следует отметить, что для пресноводных рыб допустим незначительный илестый запах, однако в ходе органолептической оценки исследуемой партии воблы, выловленной в акватории нижней Волги, признаков илестого или иного постороннего запаха выявлено не было.

Органолептическая оценка вяленой рыбы

Согласно положениям ГОСТ 34884-2022 [73], вяление представляет собой один из методов консервирования пищевой рыбной продукции, основанный на частичном обезвоживании под воздействием воздуха при контролируемых или неконтролируемых параметрах влажности и температуры (не превышающей 28–30 °С), а также скорости движения воздушного потока. Процесс продолжается до

достижения в продукции массовой доли влаги более 30 %, что соответствует нормативным требованиям для вяленой продукции. Для воблы длительность вяления составляет, как правило, от 10 до 20 суток.

Органолептическая оценка образцов вяленой воблы, отобранных в рамках исследования, показала их высокое качество. Поверхность рыбы была чистой, сухой, без пятен и видимых дефектов, наблюдалась незначительная сбитость чешуи и отсутствие кристаллического налета соли. Наружные повреждения отмечались у единичных экземпляров (не более 1 %), преимущественно в виде лопанца брюшка, что находится в пределах допустимых значений согласно ГОСТ 1551-93 [64].

По окраске спинки рыбы наблюдался серебристо-серый оттенок с характерным блеском, типичным для зрелого вяленого продукта. Консистенция рыбы – плотная, умеренно увлажненная, без признаков пересушивания. Запах и вкус соответствовали показателям доброкачественной вяленой рыбы, без посторонних и порочащих примесей. Признаков окисления (включая пожелтение в области брюшка и плавников, а также запах прогорклого жира) не выявлено. При разрезе мяса отмечалась характерная янтарно-коричневая окраска с блестящей маслянистой поверхностью, что свидетельствует о зрелости и надлежащем качестве продукции.

Следует отметить важный аспект нормативного регулирования: в актуальной редакции ГОСТ 34884-2022, а также ТР ЕАЭС 040/2016 вяление не фигурирует как самостоятельный способ переработки (обработки) пищевой рыбной продукции. Вместе с тем, понятие «вяленая пищевая рыбная продукция» в указанных документах присутствует и включает изделия, полученные путём предварительного посола рыбы и последующего вяления [73, 229]. Таким образом, с технологической точки зрения процесс существует, однако в перечне официально утверждённых видов переработки не отражён, что создаёт методологический и регуляторный пробел. С учётом практической значимости вяления как способа стабилизации качества и повышения сроков хранения рыбной продукции, представляется целесообразным инициировать внесение

изменений в соответствующие нормативные документы для устранения этого несоответствия.

Таким образом, совокупность полученных данных свидетельствует о высоком качестве органолептических характеристик свежемороженой и вяленой воблы, подтверждая её пригодность в пищевых целях и соответствие санитарно-гигиеническим требованиям.

4.2.2. Физико-химические показатели качества продукции

Физико-химические характеристики мышечной ткани свежемороженой и вяленой воблы отражают влияние вида переработки на качественные параметры готового продукта. Свежемороженая вобла характеризуется высоким содержанием влаги (77,6-78,9 %), что типично для пресноводных рыб с низкой жирностью (табл. 13). Вяление приводит к существенному снижению влагосодержания – до $43,2 \pm 1,11$ %, что соответствует требованиям ГОСТ 1551-93 для вяленой рыбы, что подтверждает корректность технологии переработки и стабильность полученной продукции.

Таблица 13 – Физико-химическая характеристика мышечной ткани свежемороженой и вяленой воблы

Параметры	Свежемороженая вобла	Вяленая вобла	Нормативный показатель согласно ГОСТ 1551-93 [64]
Массовая доля влаги, %	77,6-78,9	$43,2 \pm 1,11$	не более 45
Массовая доля жира, %	2,0-2,8	$6,5 \pm 0,13$	не нормируется
Массовая доля белка, %	18,0-19,0	$38,5 \pm 0,42$	не нормируется
Массовая доля углеводов, %	0,0	0,0	не нормируется
Содержание золы, г/100г продукта	-	$9,73 \pm 0,04$	-
Массовая доля поваренной соли, %	-	$8,7 \pm 1,23$	от 6 до 15

Содержание жира в свежемороженой рыбе составляет 2,0-2,8%, что указывает на её принадлежность к категории нежирных или маложирных рыб. После вяления массовая доля жира возрастает до $6,5 \pm 0,13$ %. Увеличение данного показателя объясняется концентрационным эффектом, связанным с потерей влаги, при этом абсолютное количество липидов остаётся стабильным.

Нормативные документы не регламентируют содержание жира, однако его увеличение в вяленой продукции положительно влияет на энергетическую и пищевую ценность.

Массовая доля белка в свежемороженой вобле составляет 18,0-19,0 %, что соответствует биологическим особенностям полужирных пресноводных рыб. В вяленой рыбе содержание белка возрастает практически в два раза ($38,5 \pm 0,42$ %), что также обусловлено удалением влаги и концентрацией сухих веществ. Содержание углеводов в исследуемых образцах отсутствует, что типично для мяса рыбы и соответствует литературным данным о химическом составе гидробионтов [115-116]. Зольность вяленой воблы составляет $9,73 \pm 0,04$ г/100 г продукта. Показатель отражает концентрацию минеральных веществ, которая возрастает вследствие обезвоживания продукта. Для свежемороженой рыбы показатель золы не определялся, однако можно предположить его стандартный уровень в пределах 1-1,5%, характерный для пресноводных рыб.

Массовая доля поваренной соли в вяленой вобле составляет $8,7 \pm 1,23$ %, что соответствует требованиям ГОСТ 1551-93 [64]. Это подтверждает соблюдение технологического режима соления и безопасность продукции по содержанию хлорида натрия.

Таким образом, проведённый анализ показал, что физико-химические показатели вяленой воблы соответствуют нормативным требованиям и отражают закономерные изменения, происходящие при вялении. Полученные данные подтверждают высокое качество продукции, а также её значительную пищевую и биологическую ценность.

4.3 Оценка биологической и санитарно-эпидемиологической безопасности

При санитарно-гигиенической оценке свежей, охлаждённой и мороженой рыбы необходимо ориентироваться на требования СанПиН 2.3.2.1078-01 и ТР ЕАЭС 040/2016 [194, 229]. Контроль включает спектр показателей: микробиологические критерии, содержание токсичных элементов, нитрозаминов, пестицидов, полихлорированных бифенилов, радионуклидов и диоксинов, а также паразитологические параметры и другие регламентированные величины.

Нормируемые микробиологические тесты применяют для количественной характеристики бактериальной обсеменённости мышечной ткани рыбы.

4.3.1. Микробиологические и токсикологические исследования

В исследуемых образцах мышц свежевывловленной половозрелой воблы определяли: общее число мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП, колиформы), *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* и *Listeria monocytogenes*. Сводные результаты представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Микробиологические и токсикологические показатели качества мышечной ткани свежемороженой воблы

Параметры	Нормативный показатель согласно ТР ЕАЭС 040/2016, СанПиН 2.3.2.1078-01	Полученные результаты
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более 5×10^4	$1,5 \times 10^3 \pm 0,08$
БГКП (колиформы) (г)	не допускаются в массе продукции 0,01	не обнаружено
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	0,01	не обнаружено
<i>Staphylococcus aureus</i> (г)	не допускаются в массе продукции 0,01	не обнаружено
<i>Listeria monocytogenes</i> (г)	25,00	не обнаружено
Пестициды (ГХЦГ), мг/кг	не более 0,03 (пресноводная) 0,2 (морская)	< 0,0002
Полихлорированные бифенилы, мг/кг	не более 2,0	< 0,007
Свинец, мг/кг	не более 1,0	$\leq 0,05$ 0,315*
Кадмий, мг/кг	не более 0,2	$\leq 0,005$ 0,104*
Мышьяк, мг/кг	не более 1,0 (пресноводная) 5,0 (морская)	$\leq 0,05$ 0,034*
Ртуть, мг/кг	не более 0,3 (пресноводная нехищная) 0,5 (морская)	$\leq 0,003$ 0,075*

Примечания: * – литературные данные [114].

Суммарная бактериальная обсеменённость (КМАФАнМ) мышечной ткани обследованной свежевывловленной воблы составила $1,5 \times 10^3 \pm 0,08$ КОЕ/г, что существенно ниже предельно допустимых уровней для охлаждённой и мороженой рыбы, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 [194]. Санитарно-

показательные колиформы (БГКП), а также *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* и *Listeria monocytogenes* в пробах не выявлены. В совокупности с невысокими значениями КМАФАнМ это свидетельствует о надлежащем санитарном состоянии сырья и его соответствии действующим нормативам.

С учётом нарастающего антропогенного прессинга на водные экосистемы была оценена контаминация сырья токсичными поллютантами. Концентрации тяжёлых металлов (Pb, Hg, Cd, As) в мышцах воблы не превышали 6-10 % от допустимых уровней (табл. 14), содержание пестицидов и полихлорированных бифенилов также было минимальным – порядка 0,6 % и 0,35 % от нормативов соответственно. По сравнению с опубликованными ранее данными [114], где уровни тяжёлых металлов в свежей вобле были заметно выше, полученные результаты указывают на более благоприятную текущую ситуацию в районах промысла.

Отказ от определения отдельных регламентируемых показателей был обусловлен отсутствием зарегистрированных превышений по данным компонентам в свежей, охлаждённой и мороженой вобле из водоёмов Астраханской области, что подтверждается результатами многолетнего контроля, осуществляемого территориальными управлениями Россельхознадзора по Ростовской, Волгоградской и Астраханской областям и Республике Калмыкии.

Исследования показателей безопасности вяленой воблы

На вяленую воблу, относящуюся согласно ТР ЕАЭС 040/2016 к переработанной продукции, требования к качеству и безопасности установлены СанПиН 2.3.2.1078-01 и ГОСТ 1551-93 [64, 194, 229]. В вобле вяленой установлено содержание массовой доли влаги – не более 45 %, массовой доли поваренной соли – от 6 до 15 %. При этом перерабатывающие предприятия могут регулировать данные показатели собственными техническими условиями. Проведенные исследования физико-химического состава, показателей безопасности воблы вяленой в сравнении с нормативными требованиями представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Микробиологические и токсикологические показатели качества мышечной ткани вяленой воблы

Параметры	Нормативный показатель	Полученные результаты
Микробиологические исследования согласно ТР ЕАЭС 040/2016, СанПиН 2.3.2.1078-01, МУК 3.2.3804-22		
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более 5×10^4	$1,1 \times 10^3 \pm 0,06$
БГКП (колиформы) (г)	не допускаются в массе продукции 0,1	не обнаружено
Сульфитредуцирующие клостридии (г)	не допускаются в массе продукции 1	не обнаружено
Сальмонеллы (г)	не допускаются в массе продукции 25	не обнаружено
Плесень, КОЕ/г	не более 50	не обнаружено
Дрожжи, КОЕ/г	не более 100	не обнаружено
Показатели безопасности согласно ТР ЕАЭС 040/2016, СанПиН 2.3.2.1078-01		
Пестициды (ГХЦГ), мг/кг	не более 0,03	< 0,0002
Полихлорированные бифенилы, мг/кг	не более 2,0	< 0,007
Свинец, мг/кг	не более 1,0	$\frac{\leq 0,05}{0,416^*}$
Кадмий, мг/кг	не более 0,2	$\frac{\leq 0,005}{0,072^*}$
Мышьяк, мг/кг	не более 1,0 (пресноводная) 5,0 (морская)	$\frac{\leq 0,05}{0,133^*}$
Ртуть, мг/кг	не более 0,3 (пресноводная нехищная) 0,5 (морская)	$\frac{\leq 0,003}{0,148^*}$
Паразитологические показатели для рыб сем. Карповые	Личинки в живом виде не допускаются	не обнаружено
Примечание: * – под чертой литературные данные [114].		

Исследуемые образцы по результатам проведенных испытаний физико-химическим и микробиологическим показателям соответствовали требованиям ТР ЕАЭС 040/2016, СанПиН 2.3.2.1078-01, ГОСТ 1551-93.

Бактериальная контаминация воблы вяленой характеризовалась соответствием установленных для данного вида продукции норматива КМАФАнМ. Санитарно-показательные БГКП не выделены. Условно-патогенные сульфитредуцирующие клостридии, патогенные сальмонеллы, плесени и дрожжи

также не выявлены. Содержание тяжелых металлов, пестицидов, полихлорированных бифенилов, паразитологических показателей в вяленой вобле не превышает установленных нормативных пределов, что свидетельствует о ее безопасности для употребления в пищу.

4.3.2 Паразитологические исследования

Одним из ключевых факторов, определяющих санитарно-эпидемиологическую безопасность рыбной продукции, является заражённость промысловых рыб паразитами. В условиях возрастающего антропогенного воздействия на водные экосистемы паразитологический мониторинг выступает обязательным элементом ветеринарно-санитарной экспертизы, поскольку паразитарные инвазии отражаются не только на состоянии здоровья рыб, но и на показателях качества и безопасности, обеспечивающих выпуск рыбной пищевой продукции [155, 194, 229].

В Волжско-Каспийском бассейне взрослые особи воблы являются промысловым объектом и служат сырьём для широкого ассортимента продукции: охлаждённой, мороженой, солёной, вяленой и копчёной. Вместе с тем для промысловой воблы актуальна проблема паразитарного заражения, прежде всего личиночными стадиями гельминтов (трематод, цестод, нематод) и отдельными эктопаразитами. Такие инвазии ухудшают органолептические показатели и технологическую пригодность сырья (скрытые дефекты, снижение выхода, нестабильность при посоле и вялении) и, в случае зоонозных видов, формируют санитарно-эпидемиологические риски при несоблюдении режимов обезвреживания [39, 186, 220].

Современное состояние паразитофауны промысловой воблы

По результатам обследований, проведённых в промысловых районах дельты р. Волги в период 2015–2023 гг., установлено, что паразитофауна половозрелой воблы представлена 15 видами, объединяемыми в шесть систематических групп: *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliata: Ophryoglenidae), *Dactylogyrus sp.* (Monogenoidea: Dactylogyridae), *Diplozoon paradoxum* (Monogenoidea: Discocotylidae), *Anisakis schupakovi* (Nematoda: Anisakidae), *Eustrongylides excisus* (Nematoda:

Diectophymidae), *Philometra ovata* (Nematoda: Philometroidea), *Apophallus muehlingi* (Trematoda: Heterophyidae), *Diplostomum spathaceum* (Trematoda: Diplostomidae), *Hysteromorpha triloba* (Trematoda: Diplostomidae), *Paracoenogonimus ovatus* (Trematoda: Cyathocotylydae), *Posthodiplostomum cuticola* (Trematoda: Diplostomidae), сем. Opisthorchiidae (Trematoda: Opisthorchidae), *Bolbophorus confusus* (Trematoda: Posthodiplostomidae), *Caryophyllaeus laticeps* (Cestoda: Caryophyllaeidae), *Unio sp.* (Bivalvia: Unionidae) (табл. 16).

Таблица 16 – Паразитофауна половозрелой воблы в дельте Волге с 2015-2023 гг.

Вид паразита	Локализация	Экстенсивность инвазии, %	ИИ, экз. (мин-макс)
Простейшие			
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Жабры, кожные покровы	6,66±3,84	1-12
Моногенеи			
<i>Dactylogyrus sp.</i>	Жабры	42,92±7,60	1-27
<i>Diplozoon paradoxum</i>	Жабры	3,75±0,00	1-3
Нематоды			
<i>Anisakis schupakowi</i>	Полость тела, полостной жир, внутренние органы	8,65±1,80	1-51
<i>Eustrongylides excisus</i>	Полость тела, мышечная ткань, гонады	6,37±1,83	1-3
<i>Philometra ovata</i>	Полость тела	0,11±0,00	1-1
Трематоды			
<i>Apophallus muehlingi</i>	Мышечная ткань, плавники	8,70±1,80	1-26
<i>Diplostomum spathaceum</i>	Хрусталик глаза	33,33±9,92	1-11
<i>Hysteromorpha triloba</i>	Мышечная ткань	12,73±3,31	1-46
<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	Мышечная ткань, плавники	79,57±5,60	1-564
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	Мышечная ткань, плавники	18,85±3,32	1-42
Сем. Opisthorchiidae	Мышечная ткань, плавники	4,63±1,24	1-4
<i>B. confusus</i>	Мышечная ткань	2,68±1,47	1-8
Цестоды			
<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	Кишечник	0,43±0,00	2-3
Моллюски			
<i>Unio sp.</i>	Жабры, плавники	22,50±7,81	1-28

Простейшие, обнаруженные у исследованной воблы, были представлены ресничными инфузориями *I. multifiliis*, паразиты которых преимущественно локализовались на кожных покровах и в жабрах, с интенсивностью инвазии от 1 до 12 экз./рыбу.

Среди представителей моногенетических сосальщиков, паразитирующих на жаберных лепестках взрослых особей воблы, были идентифицированы два вида:

Dactylogyrus sp. и *Diplozoon paradoxum*. Моногенеи рода *Dactylogyrus* обладают специализированными срединными крючьями, посредством которых фиксируются на поверхности жаберных лепестков и прилегающих участках органа. Эти паразиты питаются тканями и кровью хозяина, что может вызывать повреждение жаберного аппарата и нарушать функции дыхания (рис 30 А). Основной отличительной особенностью моногенеи *D. paradoxum* является срастание двух гермафродитных особей в форме "X", уплощенное тело лишено выраженных крючьев, но имеется гаптор с присосками.



Рисунок 30 – Паразиты половозрелой воблы: А – моногенеи *Dactylogyrus sp.* в жабрах. Ув.×140; Б – *D. paradoxum* в жабрах. Ув.×140; В – личинки глохидии *Unio sp.* на плавнике. Ув.×280

Интенсивность инвазии *Dactylogyrus sp.* варьировала от 1 до 27 экземпляров на одну особь, при этом регистрируемая численность паразитов отмечалась ежегодно, что свидетельствует о стабильности очага инвазии в исследуемой акватории. В отличие от него, *D. paradoxum* (рис. 30 Б) отмечался значительно реже. Согласно литературным данным этот вид чаще встречается в жабрах молоди воблы в местах нагула в Каспийском море и может вызывать её гибель при массовом заражении [121, 124].

Помимо моногеней, на жаберных лепестках и плавниках половозрелой воблы встречались личинки двустворчатых моллюсков семейства Unionidae (рис. 30 В). Глохидии, как правило, инцистируются в эпителии жабр или на поверхности плавников и в течение ограниченного времени существуют за счёт трофических ресурсов хозяина (диффузного поступления тканевой жидкости и метаболитов). При умеренной интенсивности инвазии клинические проявления

обычно отсутствуют; при массивном заражении возможны локальные воспалительные реакции, гиперплазия эпителия и нарушение газообмена. Завершив метаморфоз, глехидии отделяются от рыбы, оседают на донный субстрат и переходят к бентосному образу жизни, что обеспечивает расселение вида [59].

Наиболее многочисленной группой паразитов, обнаруженных у воблы, являлись трематоды, представленные шестью видами. Такие дигенетические сосальщики, как представители сем. Opisthorchiidae, *A. muehlingi*, *H. triloba*, *P. ovatus*, *P. cuticola*, *B. confusus* регистрировались в мышечной ткани и плавниках, а трематода *D. spathaceum* в хрусталике глаза (рис. 31). Наибольшая интенсивность инвазии у половозрелой воблы отмечалась метацеркариями *P. ovatus*: число паразитов достигало 564 экз. на одну особь. Такой уровень заражённости указывает на высокую численность и инфицированность первых промежуточных хозяев – пресноводных моллюсков рода *Viviparus*, а также на устойчивость циркуляции возбудителя в биотопе. Поддержание паразитарного цикла обеспечивают, прежде всего, рыбающие птицы и дикие плотоядные млекопитающие, выступающие в роли окончательных хозяев.

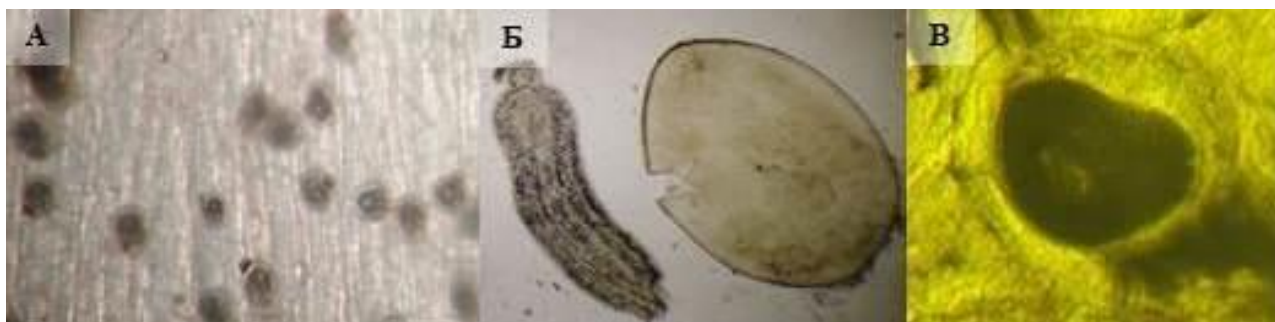


Рисунок 31 – Паразиты половозрелой воблы: А – трематода *P. ovatus* в мышцах. Ув.×140; Б – выделенная трематода *P. cuticola*. Ув.×140; В – трематода *H. triloba* в мышцах. Ув.×280

У большинства обследованных рыб отмечались как моноинвазии, так и смешанные инвазии. В составе смешанных инвазий выявляли *B. confusus*, представителей семейства Opisthorchiidae, *H. triloba* и *A. muehlingi*. Метацеркарии *P. cuticola*, как и у молоди, встречались регулярно, а интенсивность инвазии достигала 42 экз./рыбу. Класс цестод был представлен единственным видом *C.*

laticeps, который единично обнаруживали в 2017 г. в кишечнике (рис. 32 А). Интенсивность инвазии этим видом оставалась низкой.



Рисунок 32 – Паразиты половозрелой воблы: А – цестоды *C. laticeps* в кишечнике. Ув.×140; Б – выделенная нематода *A. schupakowi*. Ув.×140; В – нематода *E. excisus* в мышцах

Из класса нематод были идентифицированы три вида: *A. schupakovi* и *E. excisus*, локализовавшиеся в полостном жире и на внутренних органах под серозной оболочкой (рис. 32 Б, В), а также *P. ovata*, выявленная в брюшной полости. Личинки *A. schupakovi* относятся к числу наиболее распространённых патогенных гельминтов Волго-Каспийского региона и отмечаются у многих видов рыб. В отдельных случаях у воблы интенсивность инвазии достигала 51 экз./рыбу.

Круглые черви *E. excisus* также являются распространёнными паразитами промысловых видов рыб. Как правило, наибольшая заражённость отмечается у хищных видов – окуня, щуки, сома и судака, где экстенсивность инвазии может приближаться к 100 %. В последние годы паразит всё чаще выявляется у карповых, вероятно вследствие изменений трофической структуры водоёмов [266]. У половозрелой воблы *E. excisus* обнаруживали в мышцах и на гонадах с интенсивностью 1-3 экз./рыбу. Рост заражённости у воблы, вероятно, связан с включением в рацион инфицированных беспозвоночных – моллюсков и ракообразных, выступающих промежуточными хозяевами. Высокий уровень инвазии у хищников обусловлен широким спектром питания, включающим заражённых промежуточных и резервуарных хозяев (мирные рыбы). Кроме того, более широкому распространению паразитов среди популяций воблы может способствовать изменение миграционных путей [122].

Нематоды *P. ovata* регистрировались редко и единично. По литературным данным [125], ранее этот вид отмечался регулярно, однако за последние десятилетия его встречаемость снизилась.

Таким образом, в результате исследования было установлено, что у половозрелой воблы видовой состав и структура паразитофауны заметно отличаются от таковых у ранней молоди. Повышается разнообразие паразитов и увеличивается доля гельминтов с трофическими путями заражения. Наиболее вероятные причины – онтогенетическая смена местообитаний и рациона, расширение трофических связей и накопление инвазий по мере роста и увеличения продолжительности жизни. Дополнительное влияние могут оказывать межгодовые колебания гидроэкологических условий и изменения в сообществах промежуточных хозяев.

Гельминтозные инвазии у свежесвыловленной воблы и в рыбной продукции

Представляющие санитарно-эпидемиологическую значимость паразиты заслуживают особого внимания, поскольку вызывают заболевания, снижающие продуктивность промысловых стад водных биоресурсов и создающие риск для здоровья человека при употреблении заражённой рыбы. В ходе паразитологического обследования половозрелой воблы, выловленной в дельте Волги, идентифицировано четыре вида зоонозных паразитов (табл. 17).

Таблица 17 – Эпидемиологически значимые паразиты воблы в Волго-Каспийском регионе

Период исследования	Нематоды				Трематоды			
	<i>A. schupakovi</i>		<i>E. excisus</i>		<i>A. muehlingi</i>		сем. <i>Opisthorchidae</i>	
	ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.
2015 г.	12,0	1-6	5,0	1-1	10,0	4-12	3,3	1-1
2016 г.	11,8	1-3	2,9	1-1	10,0	8-26	3,3	4-4
2017 г.	18,0	1-51	8,0	1-2	3,3	2-2	0,0	0
2018 г.	5,0	1-1	2,0	1-1	3,0	1-2	10,0	1-2
2019 г.	1,0	3-3	1,0	1-1	10,0	1-1	3,3	2-2
2020 г.	5,0	1-1	0,0	0	3,6	2-4	0,0	0
2021 г.	5,0	1-3	15,0	1-2	5,0	2-2	5,0	1-2
2022 г.	6,7	1-2	10,0	1-3	16,7	1-4	6,7	1-2
2023 г.	13,3	1-2	13,3	1-3	16,7	1-2	10,0	1-2

Заражённость воблы нематодами *A. schupakovi* регистрировалась ежегодно и в среднем составляла $8,65 \pm 1,80$ %. Максимальная экстенсивность отмечена в 2017 г. и достигала 18,0 %. Личиночные стадии выявлялись на брыжейке, в полости тела, в полостном жире и на внутренних органах (рис. 33 А).

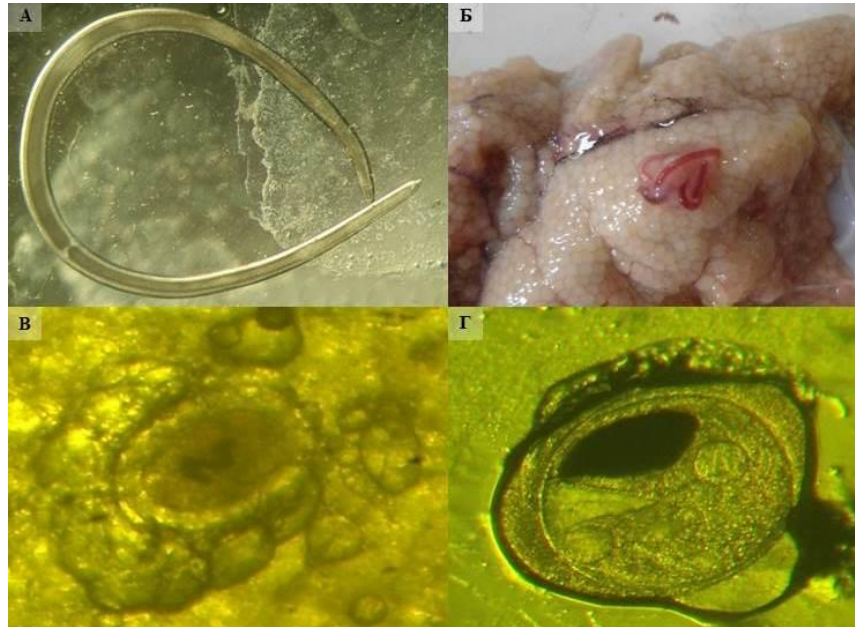


Рисунок 33 – Эпидемиологически значимые паразиты воблы: А – нематода *A. schupakovi*. Ув.×140; Б – нематода *E. excisus* в икре; В – метацеркарии трематоды *A. muehlingi* в мышцах. Ув.×280; Г – метацеркарии трематоды сем. *Opisthorchidae* в мышцах. Ув.×280

В мышечной ткани личинки не обнаружены. Это соответствует ветеринарно-санитарным требованиям к пищевой пригодности сырья. Одновременно факт обнаружения анизакид требует применения регламентированных режимов обеззараживания и усиленного паразитологического контроля в соответствии с действующими нормативами.

Личинки *E. excisus* ранее отмечались единично, но в последние годы зафиксирован рост заражённости. Начиная с 2021 г. экстенсивность у обследованной половозрелой воблы достигает около 10 %. Одновременно увеличилась интенсивность инвазии и расширилась локализация паразита. Помимо полости тела личинки стали обнаруживаться в мышечной ткани и в икре (рис. 33 Б). Это повышает санитарно-эпидемиологические риски и требует корректировки производственных программ контроля, включая осмотр,

просвечивание, зачистку и обеззараживание.

В отличие от других гельминтов трематоды чаще локализуются в мышечной ткани рыб (рис. 33 В, Г), поэтому имеют высокую эпидемиологическую значимость. По результатам наблюдений заражённость половозрелой воблы трематодой *A. muehlingi* колеблется с двухлетней периодичностью. В годы подъёма уровень поражения достигает примерно 10 %, в годы спада составляет около 3-5 %. Исключением стал 2019 год. Вероятно, маловодные условия изменили гидрологические параметры нерестилищ и усилили передачу паразита, что сказалось на интенсивности инвазии.

Дигенетические сосальщики семейства Opisthorchiidae (*O. felineus* и *P. truncatum*) у половозрелой воблы в среднем выявлялись у $4,6 \pm 1,2$ % особей. В последние годы доля инфицированных рыб возрастала до 10,0 % при интенсивности 1-2 личинки на рыбу. Наличие инвазированных экземпляров указывает на сохраняющиеся очаги в дельте Волги и циркуляцию возбудителей описторхоза и псевдамфиломоза. В большинстве исследованных случаев метацеркарии сохраняли жизнеспособность, что повышает потенциальный риск передачи при нарушении регламентов обеззараживания и технологической обработки рыбы.

В целом результаты наблюдений за организмами санитарной группы в паразитофауне половозрелой воблы указывают на активное функционирование природных очагов апофаллеза, описторхоза, анизаккиоза, эустронгилидоза в дельте Волги. Уровень зараженности воблы изменяется по годам и преимущественно гельминты локализуются в мышечной ткани, что свидетельствует о важности контроля паразитарной чистоты в регионе.

В ходе проведённых исследований в образцах вяленой воблы жизнеспособные личиночные стадии паразитов не выявлены. Вместе с тем опубликованные данные свидетельствуют, что в ряде случаев вяленая и сушёная рыба пресноводного происхождения может сохранять метацеркариев трематод, что потенциально сопряжено с риском заражения человека. В отдельных партиях такой продукции, согласно литературным сведениям, обнаруживались как

жизнеспособные, так и погибшие личинки, что указывает на вариабельность эффективности традиционных режимов посола и сушки и их зависимость от толщины тушки, вида рыбы, глубины залегания цист, концентрации соли, температуры и других технологических факторов. Полученные нами результаты показывают, что исследованные образцы вяленой воблы соответствовали санитарно-эпидемиологическим требованиям и не содержали жизнеспособных метацеркариев [145, 249].

При обсуждении рисков для такой продукции корректно опираться на действующие режимы обезвреживания для личинок трематод и нематод, а также на требования к лабораторному контролю. Для вяленой рыбы целесообразны документированная валидация посола и досушки по критериям соли в мышцах и водной активности, входной паразитологический скрининг сырья, а также контроль готового изделия методами компрессии или переваривания в искусственном желудочном соке после предварительного вымачивания продукта. Практически важно фиксировать параметры процесса в производственных журналах ХАССП, подтверждать соблюдение регламентов отбора проб и обеспечивать прослеживаемость партий. Для продукции кустарного производства риски выше из-за неконтролируемых режимов, поэтому её санитарная надёжность требует отдельной оценки.

4.4. Санитарно-биологическое состояние организма рыбы

4.4.1 Гематологические показатели крови промысловой воблы

Анализ мазков периферической крови половозрелых особей воблы показал, что эритроцитарный ряд был представлен преимущественно зрелыми эритроцитами, тогда как доля незрелых форм не превышала 4 % (табл. 18). Доля патологически изменённых эритроцитов составляла 5,6 % от общего числа просмотренных клеток, что соответствует верхней границе условной физиологической нормы, принятой для рыб (5 %) [149].

Таблица 18 – Показатели эритроцитарного и лейкоцитарного звеньев крови половозрелой воблы в дельте Волги

Вид клетки крови	Результат исследований
<i>Эритроцитарный ряд</i>	
Эритробласты, %	0,09±0,02
Молодые формы эритроцитов %	3,9±0,5
Зрелые эритроциты, %	98,4±0,2
<i>Лейкоцитарная формула</i>	
Миело- и метамиелоциты, %	4,4±0,5
<i>Агранулоциты: лимфоидный ряд</i>	
Лимфоциты, %	86,9±1,4
<i>Агранулоциты: моноцитарный ряд</i>	
Моноциты, %	0,2±0,1
<i>Эозинофильные гранулоциты</i>	
Эозинофилы (палочкоядерные и сегментоядерные), %	0,8±0,2
<i>Нейтрофильные гранулоциты</i>	
Нейтрофилы (палочкоядерные и сегментоядерные), %	7,4±1,2
<i>Базофильные гранулоциты</i>	
Базофилы, %	0,15±0,08

Наиболее часто у половозрелых особей воблы регистрировались дегенеративные изменения эритроцитов, включая образование ядерных теней ($2,2\pm 0,4$ %) и признаки гемолиза ($0,8\pm 0,3$ %) (рис. 34). Также отмечались случаи агглютинации эритроцитов, доля которых составляла $1,7\pm 0,8$ %. Ядерные аномалии, такие как смещение ядра к периферии клетки, инвагинация, пикноз и наличие микроядер, выявлялись значительно реже.

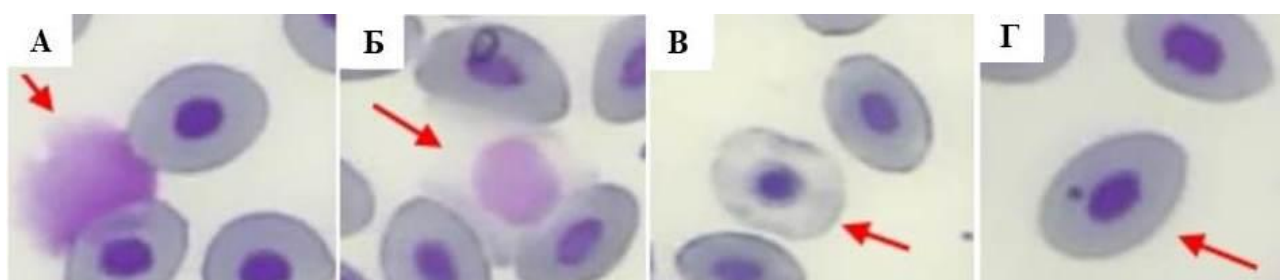


Рисунок 34 – Патологии эритроцитов половозрелых особей воблы в дельте Волги: А-Б – ядерные тени; В – гипохромазия эритроцита; Г – эритроциты с микроядром. Ув. $\times 1000$. Окраска по Паппенгейму.

В лейкоцитарной формуле преобладали лимфоциты ($86,9\pm 1,4$ %). Среди гранулоцитов основную долю составляли нейтрофилы ($7,4\pm 1,2$ %), а молодые формы клеток миелоидного ряда достигали 4,4 %. Моноциты, а также базофилы и

эозинофилы встречались редко. Структура лейкоцитарной формулы является информативным индикатором иммунного статуса рыб. Полученные значения соответствуют ранее опубликованным данным для близкородственной плотвы, обитающей в условно чистом водоёме государственного природного заказника «Ярославский» [228, 233]. Число тромбоцитов при этом находилось в пределах физиологической нормы, принятой для рыб, что может свидетельствовать об отсутствии выраженных нарушений гемопоэза и указывать на относительно благоприятное функциональное состояние организма в условиях исследуемой среды обитания [149].

4.4.2 Патологоанатомические исследования воблы

Патологоанатомическое исследование является важным методом в оценке общего состояния организма рыб и позволяет выявить морфологические изменения, свидетельствующие о перенесённых заболеваниях, патогенезе инвазий, влиянии неблагоприятных экологических и технологических факторов. Для промысловой воблы, играющей значимую роль в структуре вылова Волжско-Каспийского бассейна, патоморфологическая оценка имеет особую актуальность в контексте ветеринарно-санитарной экспертизы и мониторинга состояния популяции.

Гистологические методы исследования тканей позволяет выявлять структурные изменения на клеточном уровне, которые служат индикаторами наличия каких-либо заболеваний. Эти методы позволяют оценить влияние различных экологических и антропогенных факторов на ткани и органы рыбы, что является важным для понимания её физиологического состояния. Кроме того, гистологический анализ позволяет утверждать о пригодности рыбы для употребления в пищу, поскольку наличие патологических изменений может свидетельствовать о необходимости внедрения дополнительных мер для обеспечения безопасности продукции.

Для выявления возможных патологий и оценки общего состояния свежей воблы были проанализированы такие внутренние органы как жабры, печень, почки, поджелудочная железа, кишечник, а также мышечная ткань.

Жаберный аппарат. Жаберные структурные элементы у половозрелой воблы характеризовались разноразмерностью: средняя длина филламентов составляла $3009,02 \pm 186,92$ мкм, варьируя от 1773,0 до 5543,0 мкм, а длина ламелл была в среднем $126,16 \pm 1,45$ мкм, с диапазоном от 93,0 до 163,0 мкм.

В большинстве случаев у 56,6 % исследованных особей, наблюдалась отечность ткани жабр, что проявлялось в отслаивании многослойного жаберного эпителия от филламента (рис. 35).

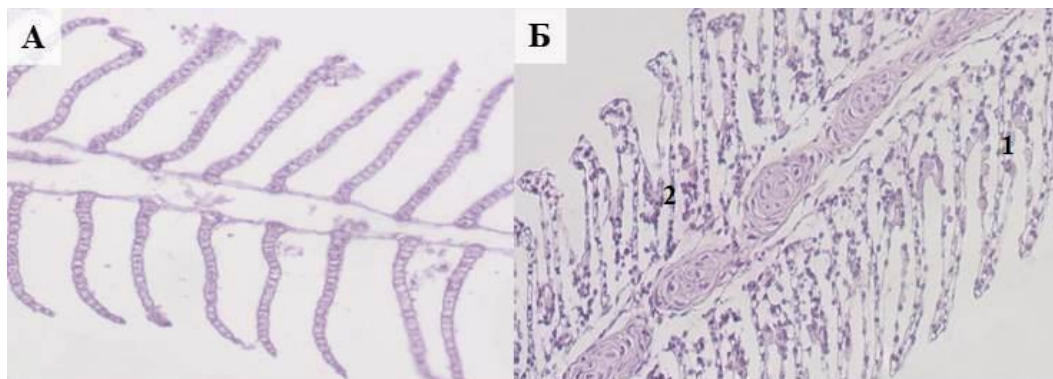


Рисунок 35 – Гистологические срезы жаберного аппарата у половозрелой воблы, выловленные в дельте Волги: А – в норме. Ув.×200; Б – изменения в жабрах 1 - десквамация эпителия ламелл; 2 - скопление лимфоцитов. Ув.×200. Окраска гематоксилин-эозин

Исследование выявило, что вдоль отдельных филламентов у обследованных рыб наблюдалось значительное утолщение многослойного эпителия жабр, обусловленное пролиферацией эпителиальных клеток. Ламеллярный эпителий был набухшим вследствие увеличения размеров клеток респираторного слоя. Кроме того, были отмечены участки скопления лимфоцитов и эозинофилов во внеклеточном пространстве ламелл. Эпителий филламентов и ламелл характеризовался процессом сдувания клеток. Конечные участки некоторых ламелл имели булавовидные расширения, вызванные пролиферацией респираторного эпителия. В то время как часть жаберных ламелл была длинной и имела форму извитых лент, другая часть была сильно утолщенной и короткой.

Печень. Гистологическое строение печени воблы имело значительные различия в зависимости от возраста и стадии зрелости гонад. У молодых особей, возраст которых не превышает двух лет и которые находятся на второй стадии

развития гонад, в печени наблюдалась вакуолизация цитоплазмы гепатоцитов (рис. 36 А). Подобные характерные изменения были выявлены у 26,6 % рыб и, вероятно, связаны с расширением спектра питания. В нагульный период у воблы, мигрирующей из Каспийского моря в реки, происходят изменения в структуре питания, что приводит к усиленной функциональной активности печени.

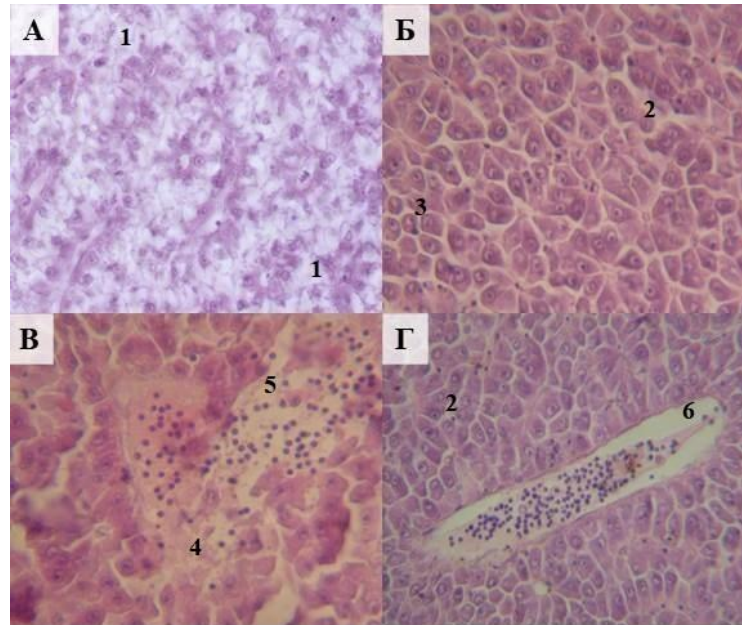


Рисунок 36 – Гистологический срез клеток печени у половозрелой воблы, выловленные в дельте Волги (А-Г): 1 - вакуолизация; 2 - увеличение межклеточного пространства; 3 - смещение ядра к периферии; 4 - некротические изменения ткани; 5 - инфильтрация лимфоцитов; 6 - капсула паразита. А-В – Ув.×400; В – Ув.×200. Окраска гематоксилин-эозин

Гистологический анализ показал, что у 53,3 % рыб отмечался отёк печёночной паренхимы, проявлявшийся расширением межклеточных пространств (рис. 36 Б). Это сопровождалось нарушением балочной архитектоники: гепатоциты сдавливались отёчной жидкостью и приобретали неправильные очертания – от округлых до треугольных.

В преднерестовый период у 63,3 % особей в цитоплазме гепатоцитов отмечались вакуоли со смещением ядер к периферии клеток. В этот же сезон выявляли участки некроза: гепатоциты полностью разрушались, формируя клеточный детрит, вокруг которого наблюдалась выраженная лимфоцитарная инфильтрация (рис. 36 В). Подобные изменения зарегистрированы у 23,3 %

половозрелой воблы. Повсеместно встречались сосуды с просветами, заполненными лимфоцитами, а также очаги отложения гемосидерина. Единично обнаруживались фиброзные капсулы с паразитами различного размера, что свидетельствует о перенесённой или текущей инвазии (рис. 36 Г). Вероятно, этот комплекс печёночных изменений связан с преднерестовым метаболическим напряжением, транслокацией микробных и паразитарных антигенов и относительным снижением иммунной реактивности у подошедших на нерест производителей. Размеры гепатоцитов существенно варьировали и составили в среднем $11,30 \pm 0,19$ мкм при диапазоне 7,0-15,0 мкм. Средний диаметр ядер равнялся $5,01 \pm 0,13$ мкм с колебаниями от 3 до 8 мкм.

Выделительная система. При гистологическом исследовании почек половозрелой воблы выявлен комплекс патологических изменений. У большинства особей отмечались выраженный интерстициальный отёк и гиперемия сосудов. На этом фоне у 60 % рыб зафиксировано отслоение эпителия почечных канальцев от базальной мембраны (рис. 37). У 30,0 % рыб просветы извитых канальцев были резко сужены вплоть до облитерации, местами заполнены белковым детритом и клеточными массами.

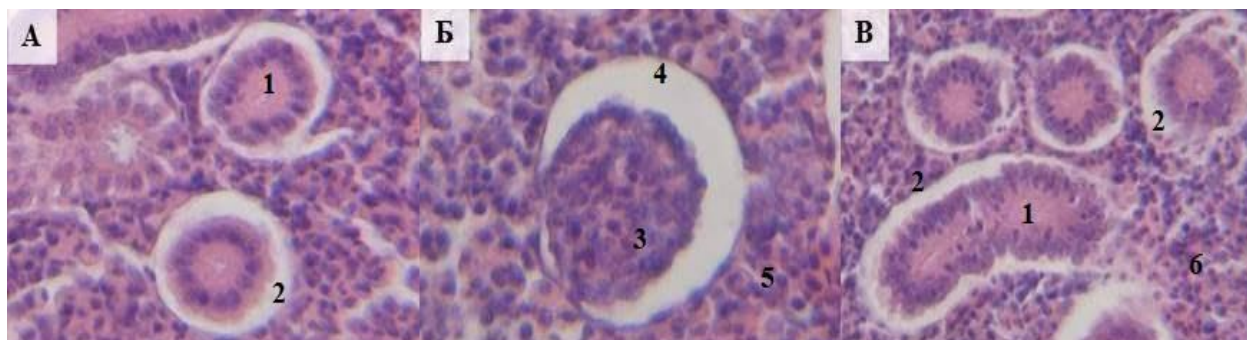


Рисунок 37 – Гистологический срез почек половозрелой воблы (А-В): 1 - отсутствие просвета в почечном канальце; 2 - отслоение эпителия почечных канальцев; 3 - гиперклеточность почечного клубочка; 4 - увеличенное мочевое пространство; 5 - скопление эозинофилов; 6-скопление эритроцитов. Ув.×400.

Окраска гематоксилин-эозин

Кроме того, у 73,3 % рыб отмечались резко суженные просветы канальцев, заполненные белковым содержимым (рис. 38). В почечных тельцах выявлено

расширение мочевого пространства. Капиллярные петли клубочков на фоне интерстициального отёка были спавшимися, что указывает на выраженные нарушения микрогемодиализации. Признаки гломерулонефрита выражались гиперцеллюлярностью капиллярных клубочков почечных телец. Дополнительно выявлялись очаги некроза в клубочках и их капсулах, местами отмечались кровоизлияния и отложения гемосидерина.

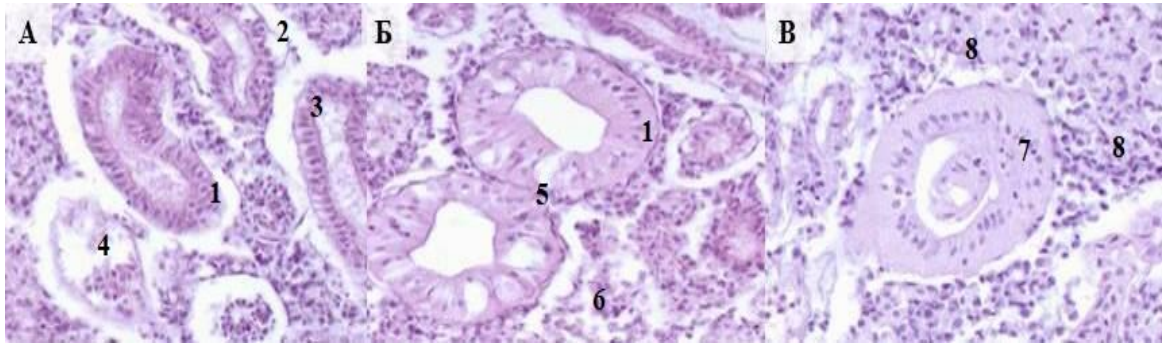


Рисунок 38 – Гистологический срез почек половозрелой воблы (А-В): 1 - зернистая дистрофия; 2 - некроз эпителиальных клеток почечного канальца; 3 - беловые массы; 4 - некроз почечного клубочка; 5 - вакуоли в цитоплазме эпителия канальцев; 6 - скопление лимфоцитов; 7 - фрагмент паразита; 8 - некроз и инфильтрация лимфоцитами ткани. Ув.×400. Окраска гематоксилин-эозин

Эпителий извитых канальцев демонстрировал мелкокапельную и вакуольную дистрофию (мутное набухание), в цитоплазме присутствовали крупные вакуоли. У 13,3 % особей в паренхиме мезонефроса обнаружены фрагменты паразитов, что сопровождалось локальной некротическо-воспалительной реакцией. В зонах повреждения фиксировались разрушение клеток и плотные скопления лимфоцитов, что свидетельствует об активации местного иммунного ответа. Межуточная ткань была преимущественно представлена клетками эозинофильного ряда различных степеней зрелости, локально выявлялась лимфоцитарная инфильтрация и признаки геморрагий.

Кишечник. Отёк слизистой и мышечной оболочек кишечника выявлен у 23,3 % обследованных рыб (рис. 39).

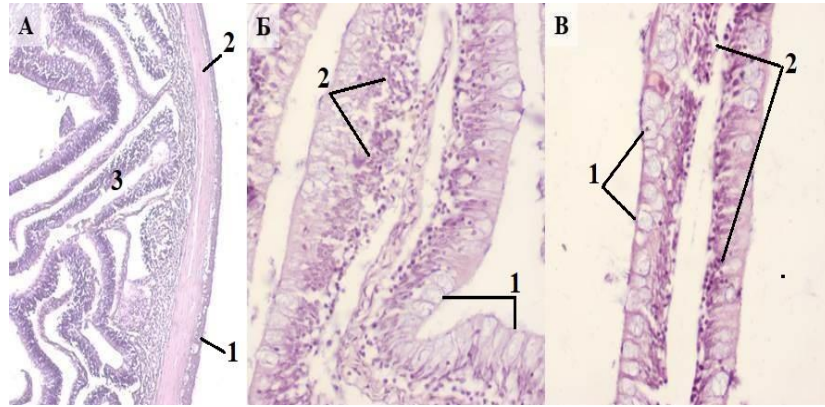


Рисунок 39 – Гистологический срез кишечника половозрелой воблы. Общий вид (А) 1 - серозная оболочка; 2 - мышечная оболочка; 3 - слизистая оболочка; изменение в кишечных ворсинках (Б-В): 1 - гипертрофированные бокаловидные клетки; 2 - скопление лейкоцитов. Ув.×200. Окраска гематоксилин-эозин

Кишечные ворсинки у этих особей отличались выраженной вариабельностью высоты и толщины, а также формой апикальных отделов. В собственной пластинке слизистой, у основания ворсинок, в рыхлой волокнистой соединительной ткани обнаружено значительное количество эозинофильных гранулоцитов (лейкоцитов), что свидетельствует о воспалительной реакции слизистой оболочки. У 50 % обследованных рыб отмечена гипертрофия бокаловидных клеток, которые обеспечивают секрецию слизи и защиту слизистой оболочки.

Десквамация эпителия регистрировалась единично, что указывает на сохранность эпителиального барьера. Высота энтероцитов варьировала у всех особей, отражая адаптационные изменения к внешним воздействиям. Также выявлены признаки гидропической дистрофии. В целом морфология кишечника соответствовала физиологической норме, однако локально отмечены признаки нарушений обменных процессов в тканях.

Поджелудочная железа. Отличительной особенностью стала выраженная жировая замена (липоматоз) паренхимы поджелудочной железы: у 33,3 % обследованных рыб адипоциты занимали 70-90 % объёма органа (рис. 40).



Рисунок 40 – Гистологический срез поджелудочной железы половозрелой воблы: 1-экзокринная часть; 2-жировые вакуоли. Ув.×200. Окраска гематоксилин-эозин

Размеры адипоцитов были сопоставимы с ацинусами. Сохранившиеся участки экзокринной ткани располагались преимущественно периваскулярно. Сосудистое русло было кровенаполненным, стенки сосудов утолщены, что указывает на повышенную гемодинамическую нагрузку и возможные нарушения микроциркуляции. Оставшиеся ацинусы сохраняли типичную структуру, а цитоплазма панкреатитов содержала ярко окрашенные зерна зимогена, свидетельствуя о сохранении секреторной активности в сохранённых долях железы. Замещение долек поджелудочной железы жировой тканью (липоматоз) рассматривают как компенсаторно-приспособительную реакцию на повреждение и длительную метаболическую нагрузку. Такая перестройка поддерживает базовую функциональную активность при дефиците паренхимы, однако выраженный липоматоз обычно сочетается с атрофией ацинарной ткани и может отражать не только адаптацию, но и неполноценную регенерацию с утратой функционального резерва.

Селезёнка. Строма селезёнки представлена тонкими соединительнотканными трабекулами, которые различимы слабо. Разграничение белой и красной пульпы выражено недостаточно, что затрудняет дифференциацию функциональных зон органа. У 60 % обследованных рыб выявлены очаги отложения гемосидерина, что указывает на нарушения крово- и лимфообращения и на активную утилизацию эритроцитов, соответствующую картине хронического сидероза (рис. 41).

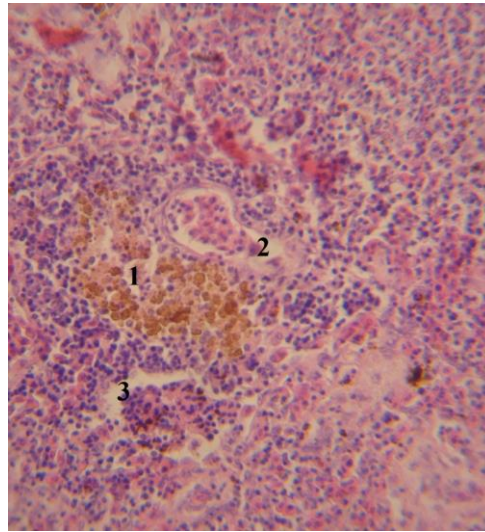


Рисунок 41 – Гистологический срез селезёнки половозрелой воблы: 1-отложение гемосидерина; 2-кровеностный сосуд; 3-скопление лимфоцитов. Ув.×200. Окраска гематоксилин-эозин

Сосуды селезёнки были полнокровны, что свидетельствует о венозном застое. На гистосрезах повсеместно отмечались очаги отложения гемосидерина – пигмента, формирующегося при распаде эритроцитов и утилизации железа. Также выявлялись зоны выраженного воспаления с обильной лимфоцитарной инфильтрацией паренхимы, что указывает на активированный клеточный иммунный ответ и возможное персистирование инфекционного либо инвазионного фактора.

Мышечная ткань. У 26,6 % обследованных рыб в мышечной ткани отмечались признаки отёка, при этом диаметр мышечных волокон существенно варьировал. В этих же образцах выявлялись дистрофические изменения в виде жировой инфильтрации. Миофибриллы были деформированы и местами приобретали волнообразный ход (рис. 42 А). В отдельных случаях регистрировались очаги некроза.

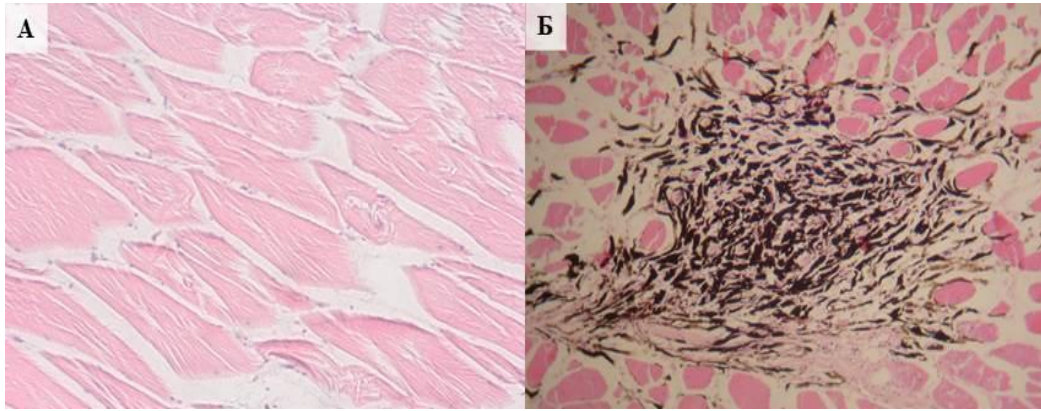


Рисунок 42 – Мышечная ткань воблы: А-деформация мышечных волокон; Б-участок скопление черного пигмента. Ув.×100. Окраска гематоксилин-эозин

Дополнительно у 20 % рыб отмечались очаги отложения чёрного пигмента в мышцах (рис. 42 Б). Эти скопления соответствуют зонам прежней локализации метацеркариев *P. cuticola* и трактуются как постинвазионная меланизация. В местах пигмента мышечные волокна были полностью разрушены и замещены соединительнотканскими элементами. Самих паразитов на срезах не обнаружено, что указывает на их элиминацию с формированием остаточных пигментных очагов. Отмечались также характерные «дорожки» – линейные зоны разрушения волокон, соответствующие путям миграции личинок.

В целом в мышечной ткани воблы выявлён комплекс патологических изменений – отёк, дистрофия, очаговый некроз, пигментные депозиты и постинвазионные рубцово-пигментные изменения. Острый отёк при устранении причинного фактора может регрессировать, тогда как хроническое воспаление ведёт к стойкой дезорганизации ткани и ухудшению её структурно-функциональных свойств. Такие поражения потенциально снижают технологическую пригодность и потребительские характеристики рыбного сырья. Наиболее вероятные причины включают паразитарные инвазии, инфекционно-токсическое воздействие и гидрохимические колебания среды, что требует дальнейшего мониторинга качества воды и паразитологического контроля.

Патологии при паразитарных инвазиях. Продолжая исследования, начатые автором [226] отметим, что в большинстве случаев у половозрелой воблы метацеркарии *P. cuticola* локализовались в скелетной мускулатуре, реже в области

жаберных крышек. На гистологических срезах мышц у инвазированных рыб выявлялись овальные капсулы различного диаметра, расположенные на разных уровнях мышечных слоёв. Капсулы с метацеркариями фиксировали как субэпидермально, так и в глубоких слоях мышечной ткани. Окружающая ткань нередко демонстрировала признаки реактивного фиброза, очаговую лимфо-эозинофильную инфильтрацию и отложение тёмного пигмента. В прилежащих зонах отмечались деформация и частичный лизис миофибрилл, что подтверждает повреждающее действие паразита и локальную воспалительно-репаративную реакцию (рис. 43).



Рисунок 43 – Инкапсулированный метацеркарий *P. cuticola* в мышечной ткани воibly: 1 - гладкая мышечная ткань 2 - скопление лимфоцитов и эозинофилов; 3 - фиброзная капсула; 4 - пигментные клетки; 5 - личинка паразита. Ув.×100.

Окраска гематоксилин-эозин

Мышечные волокна поперечнополосатой ткани в зоне расположения капсулы были деформированы и отёчны. Между волокнами, перикапсулярно, отмечались мелкие очаги лимфо- и эозинофильной инфильтрации. Вокруг метацеркария была сформирована массивная фиброзная капсула, состоящая из нескольких концентрических слоёв плотной волокнистой соединительной ткани с выраженной пигментацией. В прилежащей мышечной ткани встречались пигментные клетки, по строению соответствующие кожным хроматофорам. Они обычно распределены по толщине стенки капсулы и, как правило, отсутствуют лишь во внутреннем узком фиброзном поясе. При интенсивной пигментации хроматофоры достигают гиалинового слоя капсулы и способствуют

дополнительному утолщению её стенок. По мере утолщения стенки и увеличения размеров капсулы инкапсулированная личинка может формировать возвышение на поверхности тела рыбы. Капсула характеризуется выраженной васкуляризацией.

В плавниках и на жаберных крышках встречались капсулы с более тонкими стенками и меньшим числом пигментных клеток. Такое строение обеспечивает длительную персистенцию паразита в тканях хозяина и рассматривается как специфическая реакция хозяина на тканевого паразита. Тканевые гельминты способны модулировать воспалительный ответ организма, что облегчает формирование капсулы и поддерживает жизнеспособность метацеркария [23, 79]. Такой комплекс изменений приводил к снижению кровоснабжения и газообмена в поражённых мышцах, а при большом числе очагов инвазии мог вызывать системные нарушения кислородного и трофического обеспечения тканей.

Трематоды *A. muehlingi* локализовались в мышечной ткани, формируя округлые капсулы. Их стенка была представлена волокнистой соединительной тканью, в наружных слоях которой выявлялись пигментные отложения, преимущественно меланин (рис. 44). В сравнении с капсулами *P. cuticola* капсулы *A. muehlingi* отличались меньшей толщиной и менее выраженной пигментацией, что, вероятно, отражало меньшую длительность персистенции личинок в ткани. В прилежащих миофибриллах отмечались очаговая деструкция и деформация волокон, указывающие на повреждающее действие паразита на мышечную ткань.

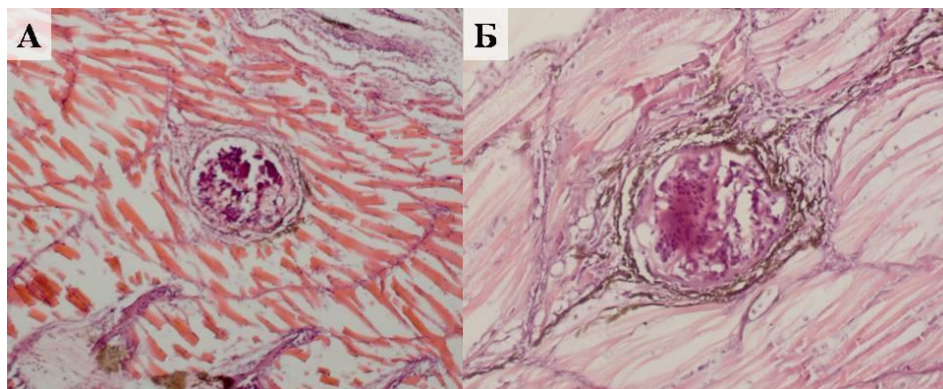


Рисунок 44 – Инкапсулированная метацеркария *A. muehlingi* в мышечной ткани воблы. Ув.×200. Окраска гематоксилин-эозин

В гистологических срезах жаберного аппарата инвазированной воблы

между вторичными лепестками (ламеллами) выявлялись моногении рода *Dactylogyrus*. Отмечались утолщение и искривление хрящевых пластинок жаберных филламентов. В местах фиксации паразитов наблюдались опухолеподобные эпителиально-стромальные разрастания из полиморфных фибробластоподобных клеток. На неколонизированных участках ламелл регистрировалась гиперплазия респираторного эпителия, местами отмечалась полная атрофия покровного слоя. Совокупность признаков свидетельствовала о выраженной воспалительно-пролиферативной реакции жабр при моногенной инвазии (рис. 45).

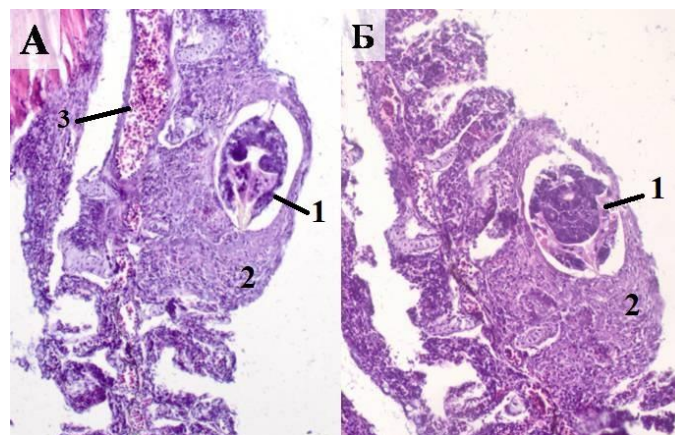


Рисунок 45 –Моногенетические сосальщики р. *Dactylogyrus* в жабрах воблы (А, Б): 1 - паразит; 2 - гиперплазия эпителия; 3 - расширение кровеносных сосудов.

Ув.×100. Окраска гематоксилин-эозин

В ряде случаев гиперплазия эпителия ламелл приводила к их утолщению и слиянию. Кровеносные сосуды филламентов были расширены и полнокровны. Характерным признаком оставалась деформация жаберных ламелл, что указывало на длительное воздействие паразитов на структуру жаберного аппарата.

Таким образом, метацеркарии *P. cuticola* и *A. muehlingi* оказывали выраженное повреждающее действие на организм воблы. В мышцах формировались капсулы, происходила деструкция волокон и откладывался пигмент, что нарушало структуру и сократительную функцию ткани, снижало двигательную активность и общее физиологическое состояние рыбы. Одновременно инвазия моногений в жабрах сопровождалась воспалительно-регенераторными изменениями и нарушением структуры респираторной

поверхности, что ухудшало газообмен и создавало предпосылки к тканевой гипоксии.

Новообразования (опухоли) во внутренних органах.

В разделе представлены дополнительно проанализированы результаты исследования новообразований во внутренних органах воблы, ранее опубликованные автором и использованные в диссертационной работе в обобщённом и расширенном виде [47].

Аденокистома, относящаяся к доброкачественным новообразованиям яичника, была выявлена у 1,00 % обследованных особей воблы в 2015 г. Опухолевые образования локализовались в области гонад (рис. 46 А). Размеры новообразований варьировали от 0,5×1,0 см до 1,5×2,0 см. Опухоли характеризовались неоднородной, мозаичной окраской, изменявшейся от бледно-розовой до тёмно-вишнёвой, а также упругой консистенцией.

Гистологическое исследование патологического разрастания показало, что поверхность опухоли была выстлана цилиндрическим эпителием. Опухолевый узел имел бугристый рельеф, на разрезе отличался серо-жёлтой окраской и содержал множественные очаги некроза и кровоизлияний. По совокупности морфологических признаков источником роста являлись клетки гранулёзы.

Основной клеточный компонент был представлен мелкими округлыми клетками с тонким ободком цитоплазмы и базофильно окрашенным ядром. В отдельных участках отмечалось присутствие безъядерных клеток. В строме опухоли выявлялась хорошо развитая капиллярная сеть (рис. 46 Б).

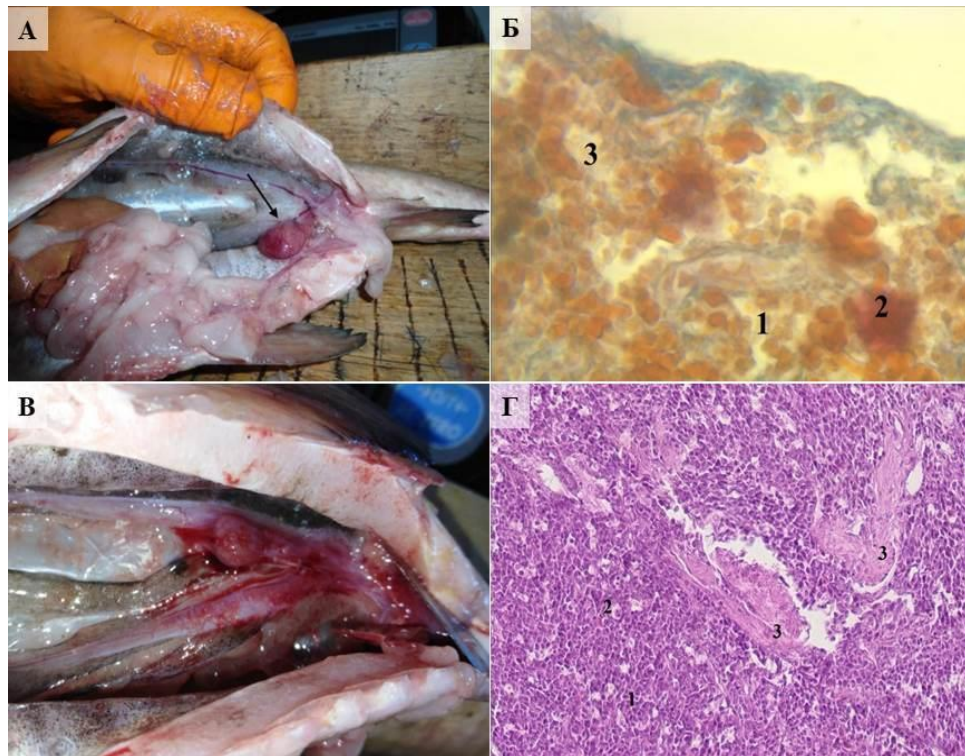


Рисунок 46 – Аденокистома у воблы: А, В – внешний вид новообразования; Б, Г – фрагменты опухолевой ткани. 1 - клетки опухоли; 2 - участки кровоизлияний; 3 - зоны некроза. Б – Ув.×400. Окраска по Маллори; Г – Ув.×200. Окраска гематоксилин-эозин

Статистическая обработка морфометрических данных показала, что средний размер опухолевых клеток составлял $2,90 \pm 0,03$ мкм при диапазоне значений от 2,4 до 3,3 мкм. Ядра клеток имели преимущественно овальную форму, их диаметр варьировал в пределах 1,5–2,1 мкм и в среднем достигал $1,96 \pm 0,01$ мкм. На фоне выраженного нарушения гистоархитектоники яичника, обусловленного опухолевым ростом, у поражённых особей воблы отмечалась частичная либо полная утрата репродуктивной функции. Полученные результаты согласуются с существующими представлениями о влиянии комплекса абиотических факторов среды обитания рыб, включая температурный режим, солёность, содержание растворённого кислорода и смену местообитаний в процессе онтогенеза, на формирование патологий гонад [278].

Базалиома выявлялась спорадически и в 2015 г. была диагностирована у 1,0 % обследованных особей воблы. Опухолевые образования локализовались в области жаберного аппарата (рис. 47 А), приводя к деформации покровного

эпителия и нарушению функции газообмена у поражённых рыб. Неоплазмы были заключены в прозрачную капсулу, внутри которой определялось от 1 до 3 опухолевых масс. Размеры очагов варьировали в пределах от 0,5×0,5 см до 1,5×2,5 см. Гистологическое исследование показало, что новообразование представляло собой разрастание эпителиальных структур эпидермального происхождения, разделённых тонкими соединительнотканными прослойками (рис. 47 Б).



Рисунок 47 – Базалиома у воблы: А – внешний вид новообразования; Б – гистологический фрагмент. 1 - инфильтрация форменными элементами крови; 2 - отёк опухолевой ткани; 3 - некроз соединительной ткани дермы; 4 - соединительнотканые перегородки. Ув.×400. Окраска гематоксилин-эозин

Базалиома характеризовалась локально деструкующим типом роста и формированием язвенных либо бляшечных дефектов, при этом признаков метастазирования, как правило, не выявлялось. Опухолевая ткань была представлена мелкими округлыми или овальными клетками, формирующими тяжи и гнёзда с инвазивным ростом в подлежащую дерму. В отдельных участках отмечалось присутствие полей веретенообразных клеток. Толщина опухолевых пластов обычно составляла 30-50 клеточных слоёв.

Гистологическая картина отличалась выраженной мозаичностью и включала как участки с сохранённой дифференцировкой клеток, так и зоны грубых дистрофических изменений. При язвенной форме опухолевый процесс распространялся вглубь тканей, достигая мышечного слоя, что сопровождалось прорастанием опухолевых клеток и очаговой деструкцией дермы и мышечных волокон. По краям язв выявлялись клетки эпидермиса, располагающиеся над

опухолевыми массами и утратившие нормальную стратификацию. Их ядра находились в состоянии пикноза, тогда как опухолевые клетки характеризовались выраженной митотической активностью. Базальная мембрана при этом не визуализировалась. В строме новообразования определялись сравнительно крупные кровеносные сосуды, плотно заполненные форменными элементами крови. Внутри эпителиальных тяжей регистрировались множественные мелкие кровоизлияния и очаги некроза. Периферическая зона неоплазии была гиперемирована, что было обусловлено разрастанием мелких сосудов по типу капиллярных ангиом. Размер опухолевых клеток варьировал в пределах от 7,8 до 13,7 мкм и в среднем составлял $10,7 \pm 0,12$ мкм. Диаметр ядер колебался от 3,9 до 7,84 мкм при среднем значении $5,8 \pm 0,03$ мкм.

Таким образом, комплексный гистоморфологический анализ показал, что у промысловой воблы доминируют тканевые реакции на трематодозы и жаберные моногенозы, которые имеют выраженные функциональные последствия. При инвазии *P. cuticola* и *A. muehlingi* в мышцах формировались капсулы из плотной соединительной ткани с пигментацией, регистрировались очаговая деструкция миофибрилл и перикапсулярные лимфо-эозинофильные инфильтраты. Эти изменения ухудшают локальную перфузию, нарушают сократимость и могут снижать плавательную активность рыбы. В жабрах при поражении *Dactylogyrus* отмечались гиперплазия и десквамация респираторного эпителия, деформация ламелл и полнокровие сосудов, что уменьшает эффективную дыхательную поверхность и повышает риск тканевой гипоксии.

Опухолевые процессы выявлялись спорадически. Аденокистома яичника и базалиома жаберного аппарата регистрировались с частотой около 1,0 % в годы их обнаружения. Аденокистома сопровождалась нарушением структуры гонад и потенциальной утратой репродуктивной функции. Базалиома проявлялась локально деструктирующим ростом и могла вовлекать подлежащие ткани, что дополнительно ограничивает газообмен.

4.5. Пищевая ценность продукции из воблы

4.5.1. Аминокислотный состав

Белки в организме играют важную роль, благодаря выполнению пластической, энергетической, каталитической, регуляторной, защитной, транспортной и других функций. Молекулы белков, являясь высокомолекулярными азотистыми соединениями, построены из остатков аминокислот. Качество белков определяется наличием полного набора незаменимых аминокислот в определённом соотношении, как между собой, так и с заменимыми аминокислотами [190].

Аминокислотный состав белков мышечной ткани является одним из ключевых факторов, определяющих качество, биологическую эффективность и пищевую ценность продукта. Анализ аминокислотного состава свежемороженой и вяленой воблы показал, что в исследованных образцах выявлены 19 аминокислот (включая суммарный показатель цистина и цистеина), при этом их количественное содержание заметно варьирует в зависимости от вида обработки сырья (табл. 19).

Таблица 19 – Аминокислотный состав белков мышечной ткани воблы свежей и вяленой, г/100 г продукта

Показатель	Мышечная ткань свежемороженой воблы	Мышечная ткань воблы вяленой
Незаменимые аминокислоты		
Треонин (Thr)	0,855	1,657
Валин (Val)	0,857	1,866
Метионин (Met)	0,641	1,277
Изолейцин (Ile)	0,756	1,564
Лейцин (Leu)	1,621	3,253
Фенилаланин (Phe)	0,834	1,598
Лизин (Lys)	1,919	3,665
Триптофан (TRP)	0,124	0,284
Незаменимые аминокислоты, Σ	7,607	15,164
Условно незаменимые аминокислоты		
Аргинин (Arg)	1,136	2,208
Гистидин (His)	0,591	1,079
Условно незаменимые аминокислоты, Σ	1,727	3,287
Заменимые аминокислоты		

Показатель	Мышечная ткань свежемороженной воблы	Мышечная ткань воблы вяленой
Аспарагиновая к-та (Asp)	1,999	3,887
Серин (Ser)	0,747	1,606
Глутаминовая к-та (Glu)	3,544	6,896
Глицин (Gly)	0,893	1,942
Аланин (Ala)	1,097	2,302
Пролин (Pro)	0,652	1,554
Тирозин (Tyr)	0,688	1,351
Цистин+Цистеин ((Cys)2)	0,093	0,450
Заменимые аминокислоты, Σ	9,713	19,988

В мышечной ткани свежемороженной воблы среди незаменимых аминокислот доминируют лизин (1,919 г/100 г продукта) и лейцин (1,621 г/100 г продукта). Среди заменимых преобладают глутаминовая кислота (3,544 г/100 г продукта), аспарагиновая кислота (1,999 г/100 г продукта), аргинин (1,136 г/100 г продукта) и аланин (1,097 г/100 г продукта). В вяленой вобле наблюдается аналогичная структура доминирования: наибольшие концентрации среди незаменимых приходятся на лизин (3,665 г/100 г продукта) и лейцин (3,253 г/100 г продукта). Среди заменимых аминокислот максимальные значения отмечены у глутаминовой кислоты (6,896 г/100 г продукта), аспарагиновой кислоты (3,887 г/100 г продукта), аланина (2,302 г/100 г продукта) и аргинина (2,208 г/100 г продукта).

Наименьшее содержание в мышечной ткани свежемороженной воблы отмечено для суммарного показателя цистина и цистеина (0,093 г/100 г продукта), тогда как в вяленой рыбе минимальные значения характерны для триптофана (0,284 г/100 г продукта). С учётом того, что вяление относится к низкотемпературным и щадящим видам обработки, данный технологический процесс не приводит к разрушению аминокислот, а вызывает их относительное увеличение за счёт обезвоживания продукта. В результате суммарное содержание как незаменимых, так и заменимых аминокислот в вяленой вобле практически удваивается по сравнению со свежемороженной.

Проведён анализ аминокислотного состава белков свежемороженной и

вяленой воблы в сравнении с эталонным, так называемым «идеальным» белком, состав которого утверждён ФАО/ВОЗ в 2011 г. (табл. 20).

Таблица 20 – Анализ содержания аминокислот в белках воблы свежемороженой и вяленой в сравнении с эталонным белком, утвержденным ФАО/ВОЗ

Наименование аминокислота	Рекомендации ФАО/ВОЗ, г/100 г белка	Мышечная ткань свежемороженой воблы		Мышечная ткань вяленой воблы	
		Содержание аминокислоты, г/100 г белка	Скор, %	Содержание аминокислоты, г/100 г белка	Скор, %
Гистидин	1,6	3,28	205,0	2,80	175,0
Изолейцин	3,0	4,20	140,0	4,06	135,3
Лейцин	6,1	9,01	147,7	8,45	138,5
Лизин	4,8	10,66	222,1	9,52	198,3
Метионин+цистеин	2,3	4,08	177,4	4,49	195,2
Фенилаланин+тирозин	4,1	4,63	112,9	7,66	186,8
Треонин	2,5	4,75	190,0	4,30	172,0
Триптофан	0,6	0,69	104,5	0,74	112,1
Валин	4,0	4,76	119,0	4,85	121,3

Важным критерием при оценке биологической ценности воблы как продукта питания является содержание отдельных аминокислот в мышечной ткани и степень их соответствия эталонному белку. Аминокислотный профиль характеризует не только пищевую полноценность рыбы, но и отражает её физиолого-биохимическое состояние, что особенно значимо при мониторинге возможных патологических изменений.

Особую значимость имеют незаменимые аминокислоты, а также ряд заменимых, входящих в состав эталонного белка, определённого ФАО/ВОЗ и соответствующего физиологическим потребностям человека. Результаты проведённого исследования показали, что аминокислотный состав мышечной ткани воблы отличается высокой степенью сбалансированности и значительным содержанием как незаменимых, так и заменимых аминокислот в обеих формах – свежемороженой и вяленой. По удельному содержанию в мышечной ткани доминирует глутаминовая кислота, за ней следуют аспарагиновая кислота, лейцин, лизин, аланин и аргинин.

Аминокислотный состав рыбы определяет её биологическую ценность и

отражает как пищевую полноценность, так и физиолого-биохимическое состояние организма. Наиболее значимые аминокислоты выполняют широкий спектр функций: глутаминовая и аспарагиновая кислоты участвуют в процессах белкового и энергетического обмена; лейцин, изолейцин и валин необходимы для синтеза и распада белков и поддержания энергетического баланса; лизин обеспечивает процессы кроветворения и синтеза гормонов; метионин и цистин вовлечены в липидный обмен и антиоксидантную защиту; треонин способствует усвоению других аминокислот; глицин и аланин играют важную роль в метаболических преобразованиях и синтезе ключевых соединений. Комплекс этих аминокислот обеспечивает рост, развитие и устойчивость организма рыб, а их достаточное содержание в мышечной ткани воблы подтверждает высокую пищевую и биологическую ценность данного вида сырья [81, 111, 138, 141, 245].

Необходимо изучение качественного и количественного состава аминокислот в вобле с учётом целого комплекса факторов: возраста и стадии половой зрелости особей, периодов нереста и вылова, характера питания, особенностей аминокислотного состава различных тканей и органов (в том числе половых продуктов), а также условий среды обитания, включая современные экологические особенности Волго-Каспийского региона и смену местообитаний (море/река). Такой подход позволяет устанавливать аминокислотный статус рыбы и понимать роль аминокислот в жизненно важных процессах на различных этапах её онтогенеза, а также при переработке и производстве готовой продукции.

4.5.2. Жирнокислотный и липидный профиль

Жиры представляют собой органические вещества, основу которых составляют жирные кислоты; их пространственная структура определяет биохимические свойства и функциональную ценность липидов. У воблы жировые отложения распределены неравномерно: основная масса липидов локализуется тонкой плёнкой под кожей, а также в виде небольших скоплений прикостного, брюшного и спинного жира [56, 115]. Жирнокислотный состав мышечной ткани свежемороженой и вяленой воблы характеризуется типичной для водных биоресурсов особенностью – преобладанием ненасыщенных жирных кислот,

включая эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), такие как арахидоновая (АРК), эйкозапентаеновая (ЭПК), докозапентаеновая и докозагексаеновая (ДГК) (табл. 21).

Таблица 21 – Жирнокислотный состав мышечной ткани воблы свежемороженой и вяленой, % от суммы жирных кислот

Показатель	Мышечная ткань свежемороженой воблы	Мышечная ткань воблы вяленой
НЖК, %		
С 14:0 Миристиновая	3,97	2,35
С 15:0 Пентадекановая	1,49	0,66
С 16:0 Пальмитиновая	20,18	17,66
С 17:0 Маргаринаовая	1,01	0,61
С 18:0 Стеариновая	4,19	2,81
С 21:0 Генейкозановая	1,32	0,56
С 24:0 Лигноцериновая	0,74	0,36
МНЖК, %		
С 14:1 п5-с9 Миристолеиновая	0,16	0,20
С 16:1 п7-с9 Пальмитолеиновая	8,48	14,45
С 15:1 п6-с9 изо 13 Пентадеценовая	0,57	0,33
С 17:1 п8-с9 Маргаринолеиновая	1,37	1,50
С 18:1 п9т Элаидиновая	1,42	0,44
С 18:1 п9с Олеиновая	25,06	35,69
С18:1 п7 Октадеценовая	5,90	6,72
С 20:1 Гондоиновая	2,47	0,84
ПНЖК, %		
С 18:2 п6с Линолевая (ЛК)	2,12	1,946072
С 18:3 п6-с6, с9, с12 У-Линоленовая	0,53	0,375713
С 18:3 п3-с9, с12, с15 альфа-линоленовая (АЛК)	1,00	0,52
С18:4 Стеаридиновая	1,51	0,41
С 20:3 п6с-8, 11, 14 Эйкозатриеновая	0,38	0,21
С 20:3 п3с-11, 14, 17 Эйкозатриеновая	0,74	0,23
С 20:4 п6с-5, с8, с11, с14 Арахидоновая (АРК)	2,17	2,00
С 20:5 п3-5, 8,11,14,17 Эйкозапентаеновая (ЭПК)	5,82	2,98
С 22:5 п3-7,10,13,16,19 Докозапентаеновая	2,77	1,38
С 22:6 п3с-4,7,10,13,16,19 Докозагексаеновая (ДГК)	4,28	4,27
Прочие ЖК	0,33	0,51
Дополнительные сведения о жирнокислотном составе и пищевые индексы качества жиров		
НЖК	32,91	25,37
МНЖК	45,61	60,22

Показатель	Мышечная ткань свежемороженой воблы	Мышечная ткань воблы вяленой
ПНЖК	21,48	14,41
ПНЖК/НЖК	0,65	0,57
омега-3	16,12	9,80
омега-6	5,20	4,53
омега-3+омега-6	21,32	14,33
омега-9	25,70	36,07
омега-3/омега-6	3,10	2,16
омега-6/омега-3	0,32	0,46
ЭПК+ДГК	10,10	7,25
АЛК/ЛК	0,47	0,27

Для пресноводных рыб характерно более высокое содержание мононенасыщенных жирных кислот (МЖК) по сравнению с полиненасыщенными, что подтверждается и полученными результатами исследований.

Для рыб и других организмов незаменимыми являются 18-атомные жирные кислоты семейств омега-3 и омега-6, к которым относятся линолевая и альфа-линоленовая кислоты. Данные кислоты имеют важное биологическое значение, так как служат предшественниками эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот с более длинной углеродной цепью (20-22 атома углерода). Эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК) кислоты оказывают лечебно-профилактическое действие, улучшают функционирование органов кровообращения и нервной системы, нормализуют липидный обмен. Для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы необходимо употреблять ЭПК+ДГК около 1 г в сутки [56].

Известно, что полиненасыщенные жирные кислоты способны оказывать гипохолестеринемическое действие, тогда как насыщенные жирные кислоты, напротив, ассоциируются с повышением уровня холестерина в крови. При этом вклад отдельных насыщенных жирных кислот в формирование гиперхолестеринемии является неодинаковым [250].

Для комплексной оценки качества жиров и их физиологической значимости в питании человека в настоящее время применяют систему пищевых индексов

качества липидов, или так называемых липидных индексов здоровья (health lipid indices). В научных исследованиях используют ряд показателей, основанных на соотношении отдельных групп жирных кислот. К числу наиболее информативных относят отношение ПНЖК к НЖК, нормативное значение которого превышает 0,45, соотношение омега-6 и омега-3 жирных кислот, не превышающее 5,0, а также индексы атерогенности и тромбогенности, гипохолестеринемический показатель и интегральный индекс качества липидов. Расчёт данных индексов основан на сравнительном вкладе насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в потенциальное влияние липидной фракции на здоровье человека [11, 250].

В связи с этим использование липидных индексов позволяет более объективно оценить пищевую и функциональную ценность рыбной продукции.

В рамках настоящего исследования были оценены некоторые показатели, характеризующие липидный профиль мышечной ткани воibly свежемороженой и вяленой. Соотношение ПНЖК/НЖК в исследуемых образцах составляет 0,65 и 0,57 соответственно. Данный показатель используется для первичной оценки качества жиров: значения, превышающие рекомендованный уровень 0,45, свидетельствует о благоприятных свойствах липидов и их потенциальной полезности для питания человека.

Соотношение омега-6 и омега-3 жирных кислот, рассматриваемое как один из показателей пищевой ценности липидной фракции, в свежемороженой воibly составляет 0,32, а в вяленой – 0,46. Полученные значения существенно ниже предельного уровня 5,0, рекомендованного международными нормативами. Низкое значение данного показателя отражает благоприятный жирнокислотный профиль продукта и указывает на его потенциальную роль в снижении риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

По результатам исследования жирнокислотного состава мышечной ткани свежемороженой и вяленой воibly установлено, что суммарное количество физиологически значимых ЭПК и ДГК составляет около 10,1 % и 7,25 % соответственно. Поскольку данный показатель отражает общий индекс качества липидов, его более высокое значение свидетельствует о большей пищевой

ценности и полезности свежемороженой воблы по сравнению с вяленой.

По рекомендациям ВОЗ, оптимальное соотношение поступающих с пищей омега-3 и омега-6 жирных кислот должно находиться в диапазоне 1:2–1:5 [212]. Согласно результатам проведённого исследования, данный показатель в мышечной ткани как в свежемороженой, так и в вяленой вобле соответствует рекомендуемым нормативам и составляет 3,1 и 2,2 соответственно.

Мононенасыщенные жирные кислоты омега-9 играют значимую роль в поддержании липидного обмена человека. Их присутствие в рационе ассоциируется со снижением уровня общего холестерина, в том числе липопротеинов низкой плотности (LDL), а также с увеличением концентрации липопротеинов высокой плотности (HDL). В совокупности данные эффекты рассматриваются как один из факторов профилактики метаболических и сердечно-сосудистых нарушений [267].

В сочетании с омега-3 и омега-6 жирными кислотами их действие для организма более эффективное. Основным представителем омега-9 является олеиновая кислота, содержание которой особенно велико в пресноводных рыбах; при этом её потребление должно оставаться умеренным – на уровне 10-20 % от общей суточной калорийности. Олеиновая кислота способствует улучшению обменных процессов, включая липидный обмен, обладает выраженными противовоспалительными свойствами, поддерживает нормальный уровень холестерина и в целом способствует улучшению состояния организма [87, 267].

В составе жирных кислот воблы олеиновая кислота является доминирующей МНЖК, её доля от суммы жирных кислот и МЖК составляет в свежемороженой вобле – 45,61 % и 54,95 % соответственно, в вяленой – 60,22 % и 59,27 % соответственно.

Соотношение альфа-линоленовой и линолевой кислот (АЛК/ЛК), относящихся к ПНЖК, важен для нормального функционирования организма, рекомендуемое соотношение – 1-2:1. Полученные данные по содержанию АЛК и ЛК свидетельствуют о лимитированном уровне данного соотношения в мышечной ткани вяленой рыбы. В образцах свежемороженой воблы эта пропорция

соответствует рекомендованным значениям.

Для здорового человека рекомендуется, чтобы в составе поступающих с пищей жиров доля ПНЖК составляла 10-20 %, МНЖК – 50-60 %, НЖК – около 30 % [11]. Жирнокислотный состав исследованных образцов воблы в целом соответствует указанным ориентирам: для свежемороженой воблы доли ПНЖК, МНЖК и НЖК составляют 21,5 % / 45,6 % / 32,9 %, для вяленой – 14,0 % / 60,2 % / 25,3 % соответственно.

Следует согласиться с мнением учёных [56, 146] о необходимости проведения исследований по установлению физиолого-биохимической ценности ПНЖК в абсолютных единицах (г/100 г продукта). Такой подход позволит корректно рассчитывать рекомендуемую порцию рыбной продукции, тогда как в настоящее время оценка содержания жирных кислот осуществляется преимущественно в процентах от их общей суммы.

Кроме того, в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, утвержденными Роспотребнадзором, установлено, что полиненасыщенные жирные кислоты семейств омега-3 и омега-6 для взрослого человека должны составлять 6-10 % от общей суточной калорийности пищи. Согласно полученным данным, содержание этих кислот в пересчёте на 100 г продукта позволяет удовлетворить суточную потребность организма при употреблении не менее 330 г свежемороженой и 260 г вяленой воблы в сутки.

Анализ жирнокислотного профиля мышечной ткани свежемороженой и вяленой воблы показал, что биологическая ценность данной продукции обусловлена выраженной сбалансированностью липидной фракции. В её составе отмечается значительная доля полиненасыщенных жирных кислот, присутствие представителей семейств омега-3 и омега-6, а также преобладание мононенасыщенных жирных кислот в общей сумме липидов. Дополнительным подтверждением высокой физиологической значимости липидного компонента служат значения липидных индексов здоровья, указывающие на высокую пищевую ценность и потенциальную пользу продукции из воблы.

Содержания холестерина.

Определение содержания холестерина в мышечной ткани свежемороженой и вяленой воблы показало низкие уровни, особенно в свежемороженой рыбе (табл. 22).

Таблица 22 – Содержание холестерина и насыщенных жирных кислот в мышечной ткани воблы в сравнении с нормативами потребления

Показатель	Вид продукции		Допустимое потребление / физиологическая потребность в сутки (СанПиН 2.3.2.1078-01, МР 2.3.1.0253-21)
	Мышечная ткань свежемороженой воблы	Мышечная ткань воблы вяленой	
Холестерин, мг/100 г	83,0±17,0	129,0±26,0	не более 300 мг
Насыщенные жирные кислоты, г/100 г	0,6	1,69	не более 10 % от суточной калорийности

При суточной норме потребления холестерина не более 300 мг, которая рекомендуется для людей с нормальным уровнем его содержания, допустимо употребление в пищу до 230 г вяленой воблы в разделанном виде. Количество холестерина, содержащееся до 350 г свежемороженой воблы, также соответствует указанному суточному нормативу. Следует учитывать, что при жарке рыбы содержание холестерина увеличивается, поэтому предпочтительными способами приготовления являются отваривание или запекание.

4.5.3. Энергетическая ценность

Исследования энергетической ценности (калорийности) мышечной ткани свежемороженой и вяленой воблы показали ряд существенных различий. Калорические коэффициенты пищевых веществ традиционно выражают в килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж). В настоящем исследовании расчеты выполнялись с использованием коэффициентов Рубнера, показывающие количество энергии, выделяемой при окислении 1 г жира (9,29 ккал) и 1 г белка (4,1 ккал). При этом применялись поправочные коэффициенты усвоения организмом: для жиров – 0,91, для белков – 0,96, что позволяет получить более точные значения фактической энергетической ценности продукта.

Энергетическая ценность мышечной ткани молоди воблы составляет 81,9 ккал, что характеризует её как низкокалорийный продукт, обусловленный более низким содержанием жиров и общей невысокой энергетической насыщенностью тканей на ранних этапах онтогенеза (табл. 23).

Таблица 23 – Энергетическая ценность мышечной ткани воблы свежемороженой и вяленой, ккал/г

Показатель	Мышечная ткань свежемороженой воблы	Мышечная ткань воблы вяленой
Молодь воблы	81,909	-
Вобла промыслового размера	114,692	202,344

У свежемороженой промысловой воблы калорийность повышается до 114,7 ккал, что связано с формированием более выраженных запасов липидов и белковых компонентов по мере роста и становления рыбы. В свою очередь, вяленая вобла отличается значительно более высокой энергетической ценностью – 202,3 ккал, что практически в два раза превышает аналогичный показатель свежемороженой рыбы. Это объясняется процессом вяления, при котором происходит удаление влаги, а значит – концентрация сухих веществ, включая липиды и белки.

Таким образом, можно заключить, что молодь воблы относится к низкокалорийным видам рыбного сырья, свежемороженая рыба имеет умеренную энергетическую ценность, а вяленая вобла – высокую, что важно учитывать при разработке рациона питания и рекомендаций для различных категорий потребителей.

4.5.4. Минеральный состав

Анализ литературных данных по содержанию макро- и микроэлементов в свежемороженой и вяленой вобле показывает, что сведения по данному вопросу носят фрагментарный характер и существенно различаются между источниками [102, 114-115, 235, 243]. Следует отметить, что исследования минерального состава воблы проводились более двадцати лет назад, и актуальные данные в современной научной литературе отсутствуют [102, 115, 235]. В связи с этим

возникла необходимость проведения собственных исследований по определению содержания макро- и микроэлементов в мышечной ткани свежемороженой и вяленой воблы. Тем не менее имеющиеся данные свидетельствуют о том, что как свежемороженая, так и вяленая вобла содержат ряд физиологически важных для организма человека микро- и макроэлементов, обеспечивающих их пищевую и биологическую ценность. Минеральный состав исследованных образцов воблы приведён в таблице 24 и включает содержание основных макро-, микро- и ультрамикроэлементов.

Таблица 24 – Содержание макро-, микро- и ультрамикроэлементов в мышечной ткани свежемороженой и вяленой воблы

Показатель	Вид продукции		Допустимое потребление / физиологическая потребность в сутки* (СанПиН 2.3.2.1078-01/ МР 2.3.1.0253-21)
	Мышечная ткань свежемороженой воблы	Мышечная ткань воблы вяленой	
Макроэлементы			
Натрий, Na, мг/100 г	27,466±2,747	888,157±88,816	1300 мг
Кальций, Ca, мг/100 г	51,811±5,181	144,113±14,411	1000 мг
Калий, K, мг/100 г	55,415±5,541	66,204±6,620	3500 мг
Магний, Mg, мг/100 г	60,414±6,041	49,232±4,923	420 мг
Фосфор, P, мг/100 г	117,985±11,799	313,846±31,384	700 мг
Микроэлементы			
Железо, Fe, мг/100 г	1,945±0,195	2,036±0,204	10 / 14 мг
Йод, I, мкг/100 г	7,61±1,14	36,9±4,43	0,15 мг
Марганец, Mn, мг/100 г	0,04±0,005	0,026±0,003	2,0 мг
Медь, Cu, мкг/100 г	0,138±0,014	133,1±13,3	1,0 мг
Молибден, Mo, мкг/100 г	2,16±0,325	2,19±0,328	0,07 мг
Цинк, Zn, мг/100 г	1,763±0,176	4,001±0,400	12 мг
Кремний (Si), мкг/100 г	6203,3±620,3	27038,3±2703,8	30 мг
Бор (B), мкг/100 г	59,3±7,12	138,0±13,8	-
Рубидий (Rb), мкг/100 г	280,1±28,0	914,7±91,5	-
Стронций (Sr), мкг/100 г	30,8±3,69	268,4±26,8	-
Алюминий (Al), мкг/100 г	117,9±11,8	417,3±41,7	-
Свинец (Pb), мкг/100 г	15,5±1,86	6,07±0,911	-
Кадмий (Cd), мкг/100 г	0,478±0,0955	1,66±0,249	-
Ультрамикроэлементы			
Селен, (Se), мкг/100 г	31,7±3,81	33,2±3,99	0,07 / 0,055 мг
Кобальт, Co, мкг/100 г	2,01±0,301	2,41±0,362	0,01 мг
Хром, Cr, мкг/100 г	22,7±2,72	166,4±16,6	0,04 мг
Никель, Ni, мкг/100 г	28,2±3,39	17,3±2,07	-
Ванадий (V), мкг/100 г	26,0±3,13	460,8±46,1	0,015 мг

Показатель	Вид продукции		Допустимое потребление / физиологическая потребность в сутки* (СанПиН 2.3.2.1078-01/ МР 2.3.1.0253-21)
	Мышечная ткань свежемороженой воблы	Мышечная ткань воблы вяленой	
Литий (Li), мкг/100 г	20,0±2,39	49,5±5,95	-
Олово (Sn), мкг/100 г	3,83±0,574	8,33±1,25	-
Германий (Ge), мкг/100 г	33,1±3,98	48.6±6,83	-
Сурьма (Sb), мкг/100 г	0,0698±0,0209	0,0968±0,029	-
Барий (Ba), мкг/100 г	8,87±1,33	41,2±4,94	-
Висмут (Bi), мкг/100 г	0,0258±0,00774	0,32±0,064	-
Галлий (Ga), мкг/100 г	2,22±0,333	1,44±0,216	-
Лантан (La), мкг/100 г	0,0623±0,0187	0,0757±0,0227	-
Вольфрам (W), мкг/100 г	0,155±0,031	0,118±0,0237	-
Цирконий (Zr), мкг/100 г	1,21±0,182	3,12±0,482	-
Платина (Pt), мкг/100 г	<0,01	0,0105±0,003	-
Серебро (Ag), мкг/100 г	0,65±0,13	0,598±0,12	-
Золото (Au), мкг/100 г	<0,01	0,107±0,021	-
Мышьяк (As), мкг/100 г	8,81±1,32	69,7±8,37	-
Ртуть (Hg), мкг/100 г	3,59±0,538	23,3±4,0	-
Таллий (Tl), мкг/100 г	0,0138±0,00414	0,315±0,063	-
Бериллий (Be), мкг/100 г	<0,01	0,044±0,013	-

Примечание: * - нормы физиологической потребности представлены для взрослых (мужчины/женщины)

Полученные данные свидетельствуют о том, что вобла в свежемороженом и переработанном виде отличается высоким уровнем содержания макро- и микроэлементов. В составе продукции выявлены элементы, имеющие эссенциальное значение для организма человека, включая железо, йод, медь, цинк, кобальт, хром, молибден, марганец и другие. По данным И.Я. Клейменова [115], содержание калия, кальция и магния в весенней вобле выше по сравнению с осенней на 15,8 %, 8,0 % и 2,9 % соответственно. В тоже время концентрация железа и фосфора в осенней рыбе несколько превышает весенние значения – на 10,3 % и 1,2 % соответственно. Сообщается также, что в 100 г вяленой воблы содержится 1/3 дневной нормы потребности в железе и никотиновой кислоте, участвующих в процессе кроветворения [115]. При этом следует указать, что употребление вяленой и сушеной продукции из воблы должно быть ограничено из-за её значительного содержания соли, что требует осторожности для лиц, страдающих гипертонией, заболеваниями сердечно-сосудистой системы и почек.

Макроэлементный профиль свежемороженой воблы представлен в первую очередь фосфором, магнием, калием и кальцием. При вялении, вследствие снижения влажности и концентрации сухих веществ, содержание большинства макроэлементов возрастает в 2–3 раза. Особенно значимо повышаются уровни фосфора и кальция, что делает вяленую рыбную продукцию хорошим источником минеральных веществ, поддерживающих состояние костной и мышечной тканей.

Микроэлементы в исследованных образцах также представлены в физиологически значимых концентрациях. Железо, цинк, йод, медь, марганец выявлены в количествах, позволяющих формировать существенный вклад в суточную потребность. Вяленая вобла отличается более высокими концентрациями цинка и йода, тогда как содержание железа остаётся сопоставимым в обеих формах продукции.

В исследованных образцах обнаружены как эссенциальные (Se, Co, Cr, Ni, V, Si), так и условно эссенциальные элементы (B, Sr). Наиболее выраженные различия отмечены по кремнию и ванадию. Содержание кремния составляет около 6,2 мг/100 г в свежемороженой и 27,0 мг/100 г в вяленой вобле, что значительно превышает аналогичные показатели большинства пресноводных рыб [188, 199, 201]. Уровень ванадия возрастает с 26 до 460 мкг/100 г, что подтверждает выраженный концентрационный эффект при вялении. Оба элемента играют роль в метаболизме соединительной ткани, углеводном обмене и иммунных реакциях [199-200].

Токсикологически значимые элементы (Pb, Cd, Hg, As) в исследованных образцах обнаружены в следовых количествах и не превышают допустимые уровни, установленные нормативными документами. Это подтверждает санитарно-гигиеническую безопасность исследуемой продукции и её соответствие требованиям пищевого законодательства.

Важным аспектом минерального состава являются соотношения элементов. Установлено, что такие ключевые пары, как Ca:P, Ca:Mg, Fe:Mn, Cu:Zn, соответствуют физиологически оптимальным диапазонам, что свидетельствует о

сбалансированности минерального профиля воблы как биологического объекта [114, 188]. Это повышает её ценность как пищевого продукта, способного обеспечивать организм важными элементами в биодоступной форме.

Полученные данные подтверждают высокую пищевую ценность воблы и подчёркивают необходимость дальнейших исследований по уточнению содержания биологически значимых элементов, их биодоступности и роли в обеспечении физиологических потребностей человека, особенно с учётом различий между свежемороженой и вяленой продукцией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что изменения гидрологического режима и санитарного состояния нерестилищ дельты Волги, обусловленные регулированием стока и общей антропогенной нагрузкой на экосистему, являются значимыми факторами формирования паразитарной структуры, морфофункционального статуса и ветеринарно-санитарной характеристики воблы в Волго-Каспийском регионе.

На основании проведённых исследований сделаны следующие выводы:

1. Санитарно-бактериологическое состояние нерестилищ дельты Волги по показателям микробиоценоза отнесено к IV классу качества воды («загрязнённые воды»), что отражает влияние антропогенной нагрузки на водные экосистемы региона. Средняя общая микробная обсеменённость воды составляла $14,15 \times 10^3$ КОЕ/мл, донных отложений — $106,82 \times 10^3$ КОЕ/г. На фоне повышенного микробного прессинга у молоди воблы выявлено формирование смешанного микробиоценоза с доминированием энтеробактерий и регистрацией отдельных изолятов в печени и мышечной ткани, что указывает на ранние признаки системной бактериальной нагрузки.
2. Паразитофауна ранней молоди воблы на нерестилищах дельты Волги представлена 8 видами паразитов, из которых наибольшее эпизоотическое значение имели трематоды *A. muehlingi* и *P. cuticola*. Экстенсивность инвазии *A. muehlingi* в отдельные годы достигала 16–20 %, *P. cuticola* — 3–4 %, при этом последняя характеризовалась более выраженной патогенностью и ассоциировалась с летальными исходами у молоди.
3. Межгодовая динамика паразитарной заражённости молоди воблы связана с гидрологическими условиями половодья, что позволяет предполагать влияние регулирования стока Волги на формирование паразитарных очагов. В маловодные годы отмечалось увеличение заражённости трематодами со сложным жизненным циклом, тогда как в многоводные периоды возрастала роль эктопаразитов.
4. Наибольшая концентрация очагов гельминтозов выявлена в восточной части

дельты, где экстенсивность инвазии у ранней молодежи достигала 13,9–16,4 %, что в 1,5–2 раза выше, чем на нерестилищах западной зоны.

5. Паразитарные поражения сопровождаются увеличением доли молодых эритроцитов с 23,5 % до 50,6–54,7 % (в 2,2–2,3 раза), рост нейтрофилов с 7,6 % до 13,9 % и эозинофилов до 8,0 %, при снижении лимфоцитов с 75,4 % до 45,8 %, что свидетельствует о напряжении системы кроветворения.
6. Гистологические исследования показали, что у молодежи воблы в маловодные годы существенно возрастает частота поражений жабр и печени (до 60–75 %). У половозрелой воблы изменения носят преимущественно хронический характер, связаны с паразитарной нагрузкой и включают единичные случаи опухолевых процессов (около 1 %), что должно учитываться при ветеринарно-санитарной оценке рыбного сырья.
7. У половозрелой промысловой воблы выявлено 15 видов паразитов, из которых 4 вида являются санитарно-эпидемиологически значимыми: нематоды *A. schupakowi* (средняя экстенсивность 8,7 %, максимальная — до 18,0 %) и *E. excisus* (до 15 % в последние годы), а также трематоды *A. muehlingi* и представители семейства *Opisthorchiidae*.
8. Свежемороженая и вяленая вобла соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 и СанПиН по микробиологическим и токсикологическим показателям: КМАФАнМ составляло $1,5 \times 10^3$ КОЕ/г и $1,1 \times 10^3$ КОЕ/г соответственно; содержание тяжёлых металлов не превышало 6–10 % от ПДК.
9. Пищевая и биологическая ценность воблы обусловлена высоким содержанием незаменимых аминокислот (7,61 г/100 г в свежемороженой и 15,16 г/100 г вяленой продукции), оптимальным жирнокислотным профилем (соотношение ПНЖК/НЖК 0,57–0,65) и богатым минеральным составом. В вяленой вобле содержится повышенное количество эссенциальных элементов, в том числе кальция — до 144 мг/100 г, фосфора — до 314 мг/100 г, цинка — до 4,0 мг/100 г, селена — до 33 мкг/100 г.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При управлении водным режимом целесообразно учитывать результаты исследования при планировании попусков воды с целью обеспечения оптимального залива нерестилищ, снижения гипоксии и ограничения условий массового развития паразитов и их промежуточных хозяев.
2. Для санитарно-эпидемиологического зонирования нерестилищ рекомендуется использовать показатели заражённости эпизоотически значимыми гельминтозами с приоритетным контролем восточной части дельты Волги и маловодных периодов.
3. При проведении мониторинговых исследований молоди воблы рекомендуется включать гематологические и гистологические показатели как ранние индикаторы экологического неблагополучия и снижения жизнестойкости поколений.
4. При проведении ветеринарно-санитарной оценки свежевывловленной воблы рекомендуется учитывать район вылова и сезон; при выявлении мышечных паразитов применять регламентированные режимы обезвреживания и усиливать производственный контроль.
5. Разработанные методические рекомендации «Гистологическое исследование новообразований у промысловых видов рыб при ветеринарно-санитарной оценке» могут быть использованы в практике ветеринарно-санитарной экспертизы для выявления, дифференциальной диагностики и интерпретации опухолевых поражений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехина Р.П. Об эффективности размножения рыб на отмелиорированных нерестилищах дельты Волги. – М.: Изд-во ВНИРО, 1977. – С. 81-85.
2. Алехина Р.П., Финаева В.Г. Оценка эффективности размножения полупроходных рыб в дельте Волги // Экология молодежи и проблемы воспроизводства каспийских рыб: Сборник научных статей. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 7-21.
3. Аринжанов А.Е., Лядова А.Ю. Описторхоз: эпидемиология, профилактика, лечение // Территория науки. – 2016. – № 6. – С. 7-13.
4. Архипов А.Г. Использование результатов изучения раннего онтогенеза морских рыб в рыбохозяйственной деятельности // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 9-19.
5. Астахова Т.В. Паразитофауна и инвазионные болезни молодежи промысловых рыб дельты Волги: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань: Изд-во КаспНИРО, 1962. – 25 с.
6. Астахова Т.В. Паразитофауна молодежи воблы Волжско-Каспийского района // Труды КаспНИРО. – 1957. – Т. 13. – С 288-295.
7. Астахова Т.В. Паразиты и болезни молодежи промысловых рыб дельты Волги и Северного Каспия // Труды Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства. – 1967. – Т. 23. – С. 181-226.
8. Астахова Т.В. Чернопятнистая болезнь карповых рыб. // Сборник паразитологических работ // Труды Астраханского заповедника. – Астрахань, 1964. – Вып. 9. – С. 40-56.
9. Астахова Т.В., Катунин Д.Н. Требования рыбного хозяйства Каспия к водному режиму р. Волги // Труды КаспНИИРХ. – Астрахань, 1971. – Т. 26. – С. 3-10.
10. Атлас дельты Волги: геоморфология, русловая и береговая морфодинамика / отв. ред. В. Н. Коротаев, Г. И. Рычагов, Н. А. Римский-Корсаков. – М.: Изд-во Географического факультета им. М. В. Ломоносова; Институт

океанологии им. П. П. Ширшова РАН, 2015. – 134 с.

11. Бабурина М.И., Вострикова Н.Л., Иванкин А.Н., Зенкин А.Н. Биохимическая конверсия природных липидов. Обзор // Теория и практика переработки мяса. – 2018. – Т. 3(3). – С. 12-26. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2018-3-3-12-26>.

12. Багров А.А. Встречаемость и цикл развития нематоды *Anisakis schupakovi* (Ascaridida, Anisakidae) в бассейне Каспийского моря // Паразитология. – 1988. – Т. 22, № 5. – С. 417-422.

13. Байдин С.С., Линберг Ф.Н., Самойлов И.В. Гидрология дельты Волги. – Л.: Гидрометеиздат. 1956. – 331 с.

14. Балашов В.В., Волвенко И.В., Зиланов В.К., Фомин А.В., Яновская Н.В. О потреблении рыбной продукции населением России // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 65-74. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-65-74. EDN: DTZHES

15. Барабанов В.В. Вобла – 150 лет исследований: прошлое, настоящее и будущее. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2019. – 114 с.

16. Барабанов В.В. Опыт ретроспективной оценки критического размера популяции северокаспийской воблы *Rutilus rutilus caspicus* // Вопросы рыболовства. – 2018. – Том 19. – № 2. – С. 163-170.

17. Барабанов В.В., Горохов М.Н., Зозуленко Ю.М., Харченко Н.Н., Шипулин С.В. Запасы и уловы воблы, и ее доступность населению Астраханской области // Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет Российской академической науке: Материалы II Международной научно-практической конференции. Москва, 2024. – С. 53-57. EDN MRIBIQ.

18. Барабанов В.В., Чехомов С.П., Васильева Л.М. Роль периода зимовки в жизненном цикле полупроходных и речных видов рыб в условиях дельты р. Волги // Современная наука: перспективы, достижения и инновации: материалы II Международной научно-практической конференции. – Астрахань: АГУ. – 2019. – С. 26-29. EDN: DKHPKU.

19. Беляев А.И., Истомин А.П., Пугачева А.М., Жихарев А.Г., Сухов А.А., Арьков Д.П. Комплекс мер, направленных на сохранение уникальной экосистемы

Волго-Ахтубинской поймы на территории Волгоградской области // Трансграничные водные объекты: использование, управление, охрана: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (20-25 сентября 2021 г.). – Сочи, 2021. – С. 30-35.

20. Беляков А.А., Грушко М.П., Федорова Н.Н. Изменения печеночной паренхимы у половозрелых самок и молоди шемаи (*Chalcalburnus chalocoides Gyeldenstadt*), выращиваемых в искусственных условия // Экологические и социально-экономические основы развития аридных экосистем: Сборник научных трудов научно-практической конференции. – Волгоград, 2015. – С. 227-230. EDN: WFPLJR.

21. Берг Л.С. Рыбы пресных вод Российской Империи / Департамент земледелия. – М.: тип. т-ва Рябушинских, 1916. – XXVIII, – 563 с.

22. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1. — М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1948. – 467 с.

23. Березанцев Ю.А., Добровольский А.А. Процессы инкапсуляции метацеркариев трематод *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832) Dubois, 1936 в рыбах // Труды Астраханского государственного заповедника: Сборник гельминтологических работ. – Астрахань.– Вып. XI. 1968. – С. 7-12.

24. Бизиков В.А., Буяновский А.И., Гончаров С.М., Поляков А.В., Попов С.Б., Сидоров Л.К. Базы данных и геоинформационные системы в управлении водными биологическими ресурсами // Актуальные вопросы рационального использования водных биологических ресурсов: материалы Первой научной школы молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 100-летию со дня рождения проф. П.А. Моисеева. (15-19 апреля 2013 г.; Звенигород). М.: Изд-во ВНИРО, 2013. – С. 108-133.

25. Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. Новая географическая информационная система «Картмастер» для обработки данных биоресурсных съемок // Материалы VII Всероссийской конференции по промышленным беспозвоночным. – М.: Изд-во ВНИРО. 2006. – С. 18-24.

26. Бисерова Л.И. Гельминтофауна молоди рыб дельты Волги // Сборник

научных трудов: Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 58-61.

27. Бисерова Л.И. О факторах, обусловивших вспышку численности трематод *Apophallus muehlingi* и *Rossicotrema donicum* в дельте Волги // Факторы регуляции популяционных процессов у гельминтов: Тезисы докладов симпозиума. – Пущино, 1990. – С. 17-18.

28. Бисерова Л.И. Паразитологические аспекты инвазий чужеродных видов // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура. Труды ВНИРО. – М.: ВНИРО, 2010. – Т. 148. – С. 137-141.

29. Бисерова Л.И. Трематоды *Apophallus muehlingi* и *Rossicotrema donicum* – паразиты рыб дельты Волги (особенности экологии и ихтиопаразитозы, ими вызываемые): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005. – 24 с.

30. Битютская О.Е., Лавриненко О.И. Технология производства рыбной продукции: Практикум; ФГБОУ ВО «КГМТУ» – Керчь, 2024. 2024. – 71 с.

31. Боброва О.В. Морфологические особенности мезонефроса осетровых в предличиночный, личиночный и мальковый периоды развития: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2006. – 24 с.

32. Богданова Е.А. Материалы к фауне паразитов воблы из ряда волжских нерестово-выростных хозяйств // Известия ВНИОРХ. - М.: Изд-во ВНИОРХ, 1957. – Т. 42. – С. 323-325.

33. Болгов М.В., Левит-Гуревич Л.К. Задачи и функции системы поддержки водохозяйственных решений по управлению водными ресурсами нижней волги // Водные Ресурсы. – 2013. – Т. 40, № 5. – С. 507-518.

34. Борзунов В.М., Веревищев В.К., Кузнецов П.Л., Зверева Л.И., Русяков Д.В. Паразитарные и протозойные инвазии человека: Монография. – Екатеринбург: ГОУ ВПО «Уральская государственная медицинская академия», 2009. – 175 с.

35. Борисов В.В. О ветеринарных сопроводительных документах и ветеринарно-санитарной экспертизе // Пищевая промышленность: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2010. – № 5. – С. 1-6.

36. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
37. Васильева Л.М., Литвинов К.В., Подоляко С.А. Влияние гидрологического режима низовьев дельты волги на естественное воспроизводство рыб // Вопросы ихтиологии. – 2016. – Т. 56. № 5. – С. 594-600.
38. Васильева О.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы при анизакидозе: автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук. – М., 2002. – 24 с.
39. Васильков Г.В. Паразитарные болезни рыб и санитарная оценка рыбной продукции. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – 190 с.
40. Васильченко О.М., Чавычалова Н.И., Пономарев С.В. Влияние объема стока и режима половодья на качественные характеристики молоди леща (*Abramis brama orientalis* L.) в восточных и западных частях дельты реки Волги // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. – 2019. – №2. – С.22-32. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-2-22-32>.
41. Васнецов В.В., Еремеева В.Ф., Ланге Н.Н., Дмитриева Е.Н., Брагинская Р. Я. Этапы развития промысловых полупроходных рыб Волги и Дона – леща, сазана, воблы, тарани и судака // Труды института морфологии им. А.Н. Северцова. – 1957. – Вып. 16. – С. 7-76.
42. Вейант Р., Мосс У., Уивер Р. и др. Определитель нетривиальных патогенных грамотрицательных бактерий (аэробных и факультативно анаэробных). – М.: Мир, 1999. 791 с.
43. Ветлугина Т.А. Влияние факторов среды на формирование промысловых уловов воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском регионах // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 22-28.
44. Витомскова Е.А. Гельминты промысловых рыб северного Приохотья, опасные для человека и животных: автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук. – Магадан, 2000. – 17 с.
45. Владимиров В.Л. Биология и распространение метацеркарий – возбудителей чернопятнистой болезни рыб // Научно-технический бюллетень ГосНИОРХ, – 1961. – № 13-14. – С. 109-112.

46. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина, 1982. – 304 с.
47. Володина В.В., Грушко М.П., Федорова Н.Н., Воронина Е.А., Терпугова Н.Ю., Гуляева М.А. Морфологическая характеристика и экологическое значение опухолей рыб Волго-Каспийского бассейна // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 48-60.
48. Володина В.В., Проскурина В.В., Солохина Т.А., Воронина Е.А., Конькова А.В. Рыбы Волго-Каспийского региона – переносчики возбудителей антропоозоозов // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 6. – С. 517-520. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-6-517-520>.
49. Воронина Е.А., Володина В.В., Конькова А.В. Эколого-фаунистический анализ паразитов осетровых рыб (Acipenseridae) Волго-Каспийского бассейна в многолетнем аспекте // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 16–26.
50. Воронина Е.А., Конькова А.В., Володина В.В. Паразитофауна разновозрастных групп карповых рыб (Cyprinidae) Северной части Каспийского моря // Вопросы рыболовства. – 2019. – Т. 20, № 3. – С. 293-302.
51. Воронина Е.А., Терпугова Н.Ю., Володина В.В. Заболевание промысловых видов рыб дельты Волги // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. №1 (49). 2021. – С. 18-24. <https://doi.org/10.24412/2074-5036-2021-1-18-24>.
52. Гаевская А.В. Анизакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека. – Севастополь: ЭКОИС-Гидрофизика, 2005. – 223 с. EDN: WZGUDE.
53. Гаевская А.В. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004. – 237 с.
54. Гасанова А.Ш., Гусейнов К.М., Бархалов Р.М., Хлопкова М.В. К изучению биологии воблы *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870) Крайновского

прибрежья Каспийского моря // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки – 2021. № 3. – С. 93-97.

55. Гентен Ф., Тервинге Э., Данги А. Атлас гистологии рыб: учебное пособие / пер. с англ., науч. ред. В. А. Шутов. – СПб.: Проспект Науки, 2016. – 216 с.

56. Гладышев М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека // Журнал СФУ. Биология. – 2012. – № 4. – С. 352-386.

57. Головина Н.А. Морфофункциональная характеристика крови рыб – объектов аквакультуры: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1996. – 53 с.

58. Головина Н.А., Романова Н.Н. Лабораторный практикум по физиологии рыб : учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 136 с.

59. Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология / под ред. Головина Н. А., О. Н. Бауера. – М.: Мир, 2003. – 448 с. – EDN: QKVPOX.

60. Голуб В.Б. Влияние режима эксплуатации вододелителя на продуктивность лугов низовий Волги // Водные ресурсы. – 1985. – № 2. – С. 141-146.

61. Горелиц О.В., Ермакова Г.С., Терский П.Н. Гидрологический режим Нижней Волги в современных условиях // Метеорология и гидрология. – 2018. – № 10. – С. 27-39.

62. Горелиц О.В., Землянов И.В. Исследование сезонных процессов в устьевой области Волги с использованием данных дистанционного зондирования // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32. № 3.– С. 261-273.

63. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов: Межгосударственный стандарт. – Введён в действие постановлением Госстандарта России от 21.02.1995 № 77.

64. ГОСТ 1551-93. Рыба вяленая. Технические условия: Межгосударственный стандарт. – Принят Межгосударственным советом по

стандартизации, метрологии и сертификации 21.10.1993; ред. от 24.07.2002.

65. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоёмов и водотоков. Государственный стандарт СССР. – Утв. и введён в действие постановлением Госстандарта СССР от 19.03.1982 № 1115.

66. ГОСТ 31339-2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приёмки и методы отбора проб: Межгосударственный стандарт. Введён в действие приказом Ростехрегулирования от 27.12.2006 № 501-ст.

67. ГОСТ 31659-2012. Микробиология пищевых продуктов и кормов. Горизонтальный метод выявления *Salmonella* spp.: Межгосударственный стандарт. – Введён в действие приказом Росстандарта от 29.11.2012 № 1772-ст.

68. ГОСТ 31663-2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот: Межгосударственный стандарт. Введён в действие приказом Росстандарта от 28.06.2013 № 349-ст.

69. ГОСТ 31665-2012. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот: Межгосударственный стандарт. Введён в действие приказом Росстандарта от 28.06.2013 № 350-ст.

70. ГОСТ 31746-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. Межгосударственный стандарт. Введён в действие приказом Росстандарта от 29.11.2012 № 1773-ст.

71. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий): Межгосударственный стандарт. Введён в действие приказом Росстандарта от 29.11.2012 № 1771-ст.

72. ГОСТ 32031-2022. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* и других видов *Listeria* (*Listeria* spp.): Межгосударственный стандарт. – Введён в действие приказом Росстандарта от 13.10.2022 № 1133-ст.

73. ГОСТ 34884-2022. Рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли и продукция из них. Термины и определения:

Межгосударственный стандарт. Введён в действие приказом Росстандарта от 16.09.2022 № 948-ст.

74. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: – Межгосударственный стандарт. Введён в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 27.03.1985 г. № 898.

75. ГОСТ 814-2019. Рыба охлаждённая. Технические условия: Межгосударственный стандарт. Введён в действие приказом Росстандарта от 17.09.2019 № 697-ст.

76. Дабузова Г.С., Алигазиева П.А., Курков Ю.Б., Бурмага А.В., Перепелкина Л.И., Алиагомедова С.М. Значение функциональных рыбных продуктов в питании человека // Современные проблемы и перспективы развития рыбного хозяйства и аквакультуры в регионах: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Махачкала, 2023. – С. 213-221. EDN: QYQLCT.

77. Дабузова Г.С., Алигазиева П.А., Шихшабекова Б.И., Омаров Ш.К., Изиева И.Р. Промысловые рыбы как сырьё для производства функциональных продуктов питания // Современный взгляд на развитие рыбопромышленного комплекса: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Махачкала, 2024. – С. 194-209. EDN: TSAQNZ.

78. Дементьева Т.Ф. Распределение и миграции воблы в море // Труды ВНИРО. – Т. 10. – 1939. – С. 81-124.

79. Демидчик Л.Г. Постодиплостомоз пресноводных рыб // Ветеринария: Реферативный журнал. – 2003. – № 1. – С. 352.

80. Демчук О.В. Роль рыбной отрасли в обеспечении продуктовой безопасности населения Российской Федерации на современном этапе // Международный журнал. – 2023. – № 6. – С. 178-184. EDN: RETWOI

81. Джабаров М.И. Аминокислотный состав тканей различных видов рыб в онтогенезе и при изменении экологических условий. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 215 с.

82. Дубинин В.Б. Паразитофауна молоди осетровых рыб Нижней Волги // Ученые записки ЛГУ. Сер.: Биологические науки. – 1952. – № 141. Вып. 35. – С. 203-243.
83. Дубинин В.Б. Фауна личинок паразитических червей позвоночных животных дельты Волги // Паразитологический сборник. Зоологический институт Академии наук СССР. – Л., 1952. – Т. 14. – С. 213-265.
84. Дубинина М.Е. Ветеринарно-санитарная экспертиза различных видов рыб при анизакидозе: автореф. дис. ... канд. ветеринар. наук. – Чебоксары, 2009. – 24 с.
85. Дячук Т.И. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы и рыбопродуктов: Справочник; под ред. В.Н. Кисленко. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 366 с.
86. Елисеев Д.С. Технология консервирования рыбы и других водных промысловых. – М; Л.: Снабтехиздат, 1934. – 228 с.
87. Елисеева Т., Мироненко А. Витамин F – описание, влияние на организм, лучшие источники // Журнал здорового питания и диетологии. – 2020. – № 1, Т. 11. – С. 78-89.
88. Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. Атлас нормальных и патологически изменённых клеток крови рыб. – Ростов-на-Дону: Ростовское книжное издательство, 1989. – 112 с.
89. Жичкина Л.В., Карпенко Л.Ю., Касумов М.К., Скопичев В.Г. Физиология рыб. Книга 1: Физиология крови и кровообращения. Иммунная система. – Санкт-Петербург: Квадро, 2017. – 200 с.
90. Жулева О.И. Особенности и проблемы логистики рыбной отрасли России на современном этапе развития // Научный журнал «Управленческий учет». – 2025. № 10. – С. 45-50.
91. Земская К.А., Кузьмин А.Г. О закономерностях воспроизводства полупроходных рыб Каспия // Труды ВНИРО. – 1972. – Т. 83. – С.54-71.
92. Зиновьев А.Ф. Планктон полоев и ильменей дельты реки Волги и его кормовое значение для молоди промысловых рыб. // Труды Волго-Каспийской

научно-рыбохозяйственной станции. – 1947. – Т. 9, вып. 1. – С. 138-161.

93. Иванов В.М., Калмыков А.П., Семенова Н.Н. Влияние трофических связей птиц на их гельминтофауну в дельте Волги и Северном Каспии // Поволжский экол. журнал. – 2013. № 1. – С. 29-41.

94. Иванов В.М. Трематоды *Apophallus muehlingi* и *Rossicotrema donicum* – возбудители гельминтозов рыб в дельте Волги и Северном Каспии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1991. – 20 с.

95. Иванов В.М., Семенова Н.Н., Калмыков А.П. Гельминты в экосистеме дельты Волги. Т. 1. Трематоды. Монография. Астрахань: ГП АО Издательско-полиграфический комплекс «Волга». 2012. – 254 с. EDN: TQYNDT

96. Иванов В.П., Пальцев В.Н., Шипулин С.В. Рыбные ресурсы Каспийского моря. – М.: ВНИРО, 2023. – 560 с. EDN: MIJCTZ.

97. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 184 с.

98. Извекова Г.И., Тютин А.В. Встречаемость партенит у моллюсков и влияние метацеркариев *Apophallus muehlingi* и *Posthodiplostomum cuticola* на биохимические характеристики рыб // Биология внутренних вод. – 2011. – № 3. – С. 72-77.

99. Изергина Е.Е., Изергин И.Л., Изергин Л.И. Атлас клеток крови лососевых рыб. – Магадан: Кордис, 2014. – 127 с.

100. Инструкция по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – 193 с.

101. Информационные сведения о пищевой ценности и калорийности рыбы и рыбной продукции. Вып. 4. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. – М.: Изд-во ВНИРО. 2013. – 97 с.

102. Информационные сведения о пищевой ценности продуктов из гидробионтов. Вып. 1. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. – М.: Изд-во ВНИРО. 2003. – 96 с.

103. Исследования о состоянии рыболовства в России. Рыболовство в Каспийском море и в его притоках: общие отчеты и предложения: с картами астраханских рыболовных участков и закавказских рыбных вод. – Санкт-Петербург: Министерство государственных имуществ, 1860, Т.2. – 216 с.

104. Калайда М.Л., Нигметзянова М.В., Борисова С.Д. Общая гистология и эмбриология рыб. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2011. – 142 с.

105. Каменский И.В., Васильков Г.В. Некоторые данные о биологии по эпизоотологии постодипостомоза рыб Нижней Волги // Труды Астраханского заповедника. – Астрахань, 1964. – Вып. 9. – С. 153-163.

106. Камшуков С.В., Леонтьев С.Ю., Федосеева Е.А. К вопросу о необходимости проведения оценки влияния любительского рыболовства на состояние водных биологических ресурсов // Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития: Материалы I Международной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 152-157. EDN: ОВЕНЗК.

107. Катаева Д.Г., Омаров А.Н., Даудов Д.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы при инвазионных болезнях // Современные проблемы и перспективы развития рыбного хозяйства и аквакультуры в регионах: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. – Махачкала, 2023. – С. 314-321.

108. Катунин Д.Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. – Астрахань: КаспНИРХ, 2014. – 478 с.

109. Катунин Д.Н. Основные черты гидролого-гидрохимического режима нижнего течения р. Волги и Каспийского моря в 2005 г. // Вопросы промысловой океанологии. – 2006. – Вып. 3. – С. 34-49.

110. Катунин Д.Н., Егоров С.Н. Основные особенности гидролого-гидрохимического режима нижнего течения р. Волги в 2004 г. // Результаты НИР за 2004 г.: Рыбохозяйственные исследования на Каспии. – Астрахань, 2005. – С. 15-20.

111. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения: учебное

пособие для вузов Мин-ва рыбного хоз-ва СССР. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 424 с.

112. Кизина Л.П. Многолетняя динамика рыбного населения авандельты Волги в меняющихся условиях обводнения // Международная конференция «Каспий – настоящее и будущее». Тезисы докладов. – Астрахань, 1995. – С. 181-182.

113. Кизина Л.П., Пономарёва И.В. К оценке урожайности полонных нерестилищ Астраханского биосферного заповедника в меняющихся условиях обводнения // Труды Астраханского государственного заповедника. – 2009. – Вып. 14. – С.123-139.

114. Ким И.Н., Кращенко В.В., Кушнирук А.А. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Морепродукты. Часть 2. – М.: Юрайт, 2020. – 208 с.

115. Клейменов И.Я. Пищевая ценность рыб. – М.: Изд-во пищевая промышленность, 1971. – 51 с.

116. Клейменов И.Я. Химический и весовой состав рыб водоемов СССР и зарубежных стран. – М.: Изд-во журнала «Рыбное хозяйство» ВНИРО, 1962. – 143 с.

117. Коблицкая А.Ф. Влияние изменений различных факторов среды на характер и эффективность нереста полупроходных рыб в низовьях дельты Волги // Труды совещания по динамике численности рыб. – М., 1961. – С. 265-276.

118. Коблицкая А.Ф. Влияние природных и антропогенных факторов на продуктивность нерестилищ устьевой области р. Волга // Первая международная конференция «Биологические ресурсы Каспийского моря». Тезисы докладов. – Астрахань, 1992. – С. 170-172.

119. Коблицкая, А.Ф. Изучение нерестилищ пресноводных рыб: методическое пособие. – Астрахань: Изд-во Волга. 1963. – 64 с.

120. Коблицкая, А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 208 с.

121. Конькова А.В. Ихтиопатологическое состояние молоди леща (*Abramis*

brama (Linnaeus, 1758)) и воблы (*Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870)) Волго-Каспийского района: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2016. – 22 с.

122. Конькова А.В., Володина В.В., Воронина Е.А., Терпугова Н.Ю. Эпидемиологическое значение паразитов рыб Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона (Астраханская область) // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 5. – С. 448-454.

123. Конькова А.В., Иванов В.П., Федорова Н.Н., Карыгина Н.В., Галлей Е.В., Львова О.А. Оценка эпизоотического и морфофизиологического состояния молоди леща *Abramis brama* в Волго-Каспийском регионе // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 3. – С. 12-17.

124. Конькова А.В., Иванов В.П., Фёдорова Н.Н., Чепурная А.Г. Паразитофауна и болезни молоди леща и воблы дельты Волги и северной части Каспийского моря: монография. – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2018. – 210 с.

125. Конькова А.В., Солохина Т.А., Терпугова Н.Ю. Паразиты молоди рыб дельты реки Волга // Паразитология. – 2019. – Т. 53, № 6. – С. 483-505.

126. Конькова А.В., Ширина Ю.М., Файзулина Д.Р., Богатов И.А. Комплексное изучение патологий рыб и десятиногих раков (методология, инструментарий, практические рекомендации): учебно-методическое пособие. – Астрахань: Издательский дом Сорокина Романа Васильевича, 2023. – 136 с.

127. Крючков В.Н., Абдурахманов Г.М., Федорова Н.Н. Морфология органов и тканей водных животных. – М: Наука, 2004. – 144 с.

128. Курочкин Ю.В. Церкариозы рыб // Четвертое Всесоюзное совещание по болезням рыб: (тезисы докладов). М., 1963. – С. 59-62.

129. Кухарева Т.А. Клеточный состав крови и гемопоэтических органов у некоторых видов донных рыб (Севастопольская бухта, Чёрное море): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 2019. – 21 с.

130. Кухарева Т.А., Солдатов А.А. Функциональная морфология эритроидных элементов крови *Neogobius melanostomus* P. в процессе клеточной дифференцировки // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2016. – Т. 52, № 3. – С. 233-238.

131. Лабораторный практикум по болезням рыб / В.А. Мусселиус, В.Ф. Ванятинский, А.А. Вихман и др.: под ред. В.А. Мусселиус. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1988. – 294 с.
132. Ларцева Л.В., Проскурина В.В. Состояние паразитофауны и микрофлоры гидробионтов Волго-Каспийского региона на рубеже XXI века. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, – 2003. 80 с. EDN: QKWBUР.
133. Ларцева Л.В., Проскурина В.В., Воробьев В.И. Паразиты рыб, опасные для человека // Естественные науки. – 2012. – № 3. – С. 113-117.
134. Ларцева Л.В., Проскурина В.В., Евдокимова М.И., Постнова В.Ф. Паразиты рыб Волго-Каспийского региона – возбудители заболеваний человека и животных // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и гидробионтов: тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции. – Москва: Россельхозакадемия, 2003. – С. 74-76.
135. Лахтина А.Э., Воронина Е.А., Проскурина В.В. Гельминтофауна сеголеток карповых рыб в северной части Каспийского моря // Школа по теоретической и морской паразитологии: тезисы докладов VIII Всероссийской конференции с международным участием. – Севастополь, 2022. – С. 66.
136. Лисицкая И.А. Бактериальные сообщества некоторых компонентов экосистемы дельты Волги и Северного Каспия: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2008. – 23 с.
137. Лукин А.А., Шарова Ю.Н., Беличева Л.А. Оценка состояния организма рыб при загрязнении водных экосистем нефтепродуктами и отходами целлюлозно-бумажного производства // Рыбное хозяйство. – 2010. – № 6. – С. 47-52.
138. Лысиков Ю.А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – № 2. – С. 88–105.
139. Ляйман Э.М. Изменение лейкоцитарной формулы крови рыб и ранняя диагностика заболевания // Труды Московского технологического института рыбной промышленности и хозяйства. – 1955, – Вып. 7. – С. 90-95.
140. Мазур О.Е., Кутырев И.А., Дугаров Ж.Н. Цитоморфологические

изменения крови и мезонефроса серебряного карася, зараженного *Ligula (Digramma) interrupta* (Cestoda: Pseudophyllidea) // Российской академии наук. Серия биологическая. – 2020. – № 1. – С. 51-57. <https://doi.org/10.31857/S0002332920010075>.

141. Макарова Г.П., Лыкасова И.А., Мухамедьярова З.П., Мижевикина А.С. Аминокислотный состав мяса двухлеток карпа после применения кремнийсодержащего препарата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6 (80). – С. 228–231.

142. Макарова Е.Н. Влияние природных и антропогенных процессов на среду обитания и урожайность воблы и леща в устьевой области Волги: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Махачкала, 2004. – 23 с.

143. Маловастый К.С. Диагностика болезней и ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы: учебно-методическое пособие. – Брянск: Брянская ГСХА, 2011. – 404 с.

144. Маркосян Н.С., Грошева М.Ю., Михайлова И.Н., Алферина Е.Н., Сермягина В.С. Трудности диагностики острого описторхоза // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 3. – С. 190. EDN: RQBCRC.

145. Маслянинова А.Е., Могилина Е.А., Касаткин Д.Н., Степаненко Е.А., Аракелянц О.А., Лысенко В.А., Ноздрин И.А., Аракельян Р.С., Ибрагимов Э.М., Алиева М.М., Бердеева Е.Х., Назари Х., Махсотова Г.А., Каирбеков К.Р., Нурмухамедова К.Р., Аджибаев М.А. Исследование на паразитарную чистоту рыбы и рыбопродукции // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 7 (133). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.133.38>.

146. Махутова О.Н., Гладышев М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты в физиологии и метаболизме рыб и человека: значение, потребности, источники // Российский физиологический журнал имени И. М. Сеченова. – 2020. – Т. 106, № 5. – С. 601-621. <https://doi.org/10.31857/S0869813920050040>.

147. Мезенова О.Я., Мезенова Н.Ю. Математическое моделирование в пищевой биотехнологии. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – 103

с.

148. Мерчина С.В., Пульчеровская Л.П., Ахметова В.В., Лаишевцев А.И. Качественные показатели речной рыбы при поражении описторхозом // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – Т. 80, № 3 (77). – С. 298–306. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-3-298-306>

149. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб (утв. 02 февраля 1999 г. № 13-4-2-/1487 // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 2. Министерство сельского хозяйства и природопользования РФ. – М.: Отд. маркетинг. АМБ-агро, 1999. – С. 69-97.

150. Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. Гистология для ихтиологов: Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. – 112 с.

151. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Сборник материалов к заседанию Коллегии Минсельхоза России (25 марта 2025 г.) [Электронный ресурс]. – М., 2025. – URL: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2025/04/sbornik_25.03.25.pdf (дата обращения: 12.11.2025).

152. Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. Ихтиология. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность. 1981. – 384 с.

153. Монастырский Г.Н. Нерестовый ход в реки, размножение и скат воблы // Труды ВНИРО. – Т. 11, ч. 2. – 1940. – С. 25-48.

154. Мошу А. Гельминты рыб водоёмов Днестровско-Прутского междуречья, потенциально опасные для здоровья человека // Международная ассоциация хранителей реки «Есо-TIRAS». – Кишинэу: Есо-TIRAS, 2014. – 88 с.

155. МУК 3.2.3804-22. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы и продуктов её переработки: Методические указания. – М.: Роспотребнадзор, 2023. – 82 с.

156. МУК 4.2.2046–06. Методы выявления и определения паразитических вибрионов в рыбе, нерыбных объектах промысла, продуктах, вырабатываемых из них, воде поверхностных водоёмов и других объектах: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии

Роспотребнадзора, 2006. – 26 с.

157. Насибулина Б.М., Ларцева Л.В., Лисицкая И.А., Истелюева А.А., Сугралиева А.С. Роль донных и микробных биоценозов в санитарно-гигиеническом мониторинге дельты Волги // Юг России: экология, развитие. – 2009. – Т. 1, №1. – С.92-95.

158. Немошклов С.М. Разработка эффективной системы управления водными объектами и природными ресурсами Астраханской области // Материалы Международной научно-практической конференции «Мелиорация малых водотоков, нерестилиц дельты р. Волги и Волго-Ахтубинской поймы». – Астрахань, 2007. – С. 170-179.

159. Нетрусов А.И. Микробиология: учебник для студентов высших учебных заведений / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2007. – 352 с.

160. Никитин Э.В., Васильченко О.М., Муханова Р.С. Анализ условий естественного воспроизводства и качественного состава молоди полупроходных и туводных видов рыб на нерестилищах дельты р. Волги в разные по водности 2018-2022 гг. // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: материалы IX науч.- практ. конф. с междунар. участием (г. Астрахань, 10 ноября 2023 г.). – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2023. – С. 175-181.

161. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Астраханской области в 2023 году: Государственный доклад. – Астрахань: Управление Роспотребнадзора по Астраханской области, – 2023 – 177 с.

162. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, – 2023. 368 с.

163. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад. Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и

благополучия человека, – 2024. – 364 с.

164. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, – 2025. 424 с.

165. Обухова О.В., Ларцева Л.В. Галотолерантность аэромонад, выделенных из воды и судака (*Sander lucioperca*) в дельте р. Волги // Гигиена и санитария. – 2017, – Т. 96 (3). – С. 28-30. [https://doi.org/ 10.18821/0016-9900-2017-96-3-240-242](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-240-242).

166. Обухова О.В., Ларцева Л.В. Галотолерантность псевдомонад, выделенных из водной среды и рыбы (*Sander lucioperca*) в дельте реки Волги // Гигиена и санитария. – 2021, – Т. 100 (3). – С. 204-207. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-3-204-207>.

167. Обухова О.В., Ларцева Л.В. Галотолерантность энтеробактерий, выделенных из воды и рыбы в дельте реки Волги // Гигиена и санитария. – 2015, – Т. 94 (5). – С. 28-30.

168. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические простейшие / под редак. О.Н. Бауер. Л.: Наука, – 1984. Т.1. – С. 428.

169. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические многоклеточные (Первая часть) / под редак. О.Н. Бауер. Л.: Наука, – 1985. Т.3. – С. 580.

170. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические многоклеточные (Вторая часть) / под редак. О.Н. Бауер. Л.: Наука, – 1987. Т.3. – С. 583.

171. Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Т. 1: Рыбы и моллюски / Н. Г. Богущкая, П. В. Кияшко, А. М. Насека, М. И. Орлова. – СПб; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 543 с.

172. Павлов А.В. Сибирцев Г.Г., Сливка А.П., Яновский Э.Г. О биологическом обосновании режима рыболовства в дельте и авандельте Волги в

условиях эксплуатации вододелиителя // Труды ВНИРО. – 1975. – Т. 108. – С. 248-256.

173. Павлов Д.С., Катунин Д.Н., Алехина Р.П., Власенко А.Д., Дубинина В.Г., Сидорова М.А. Требования рыбного хозяйства к объему весенних попусков воды в дельту Волги // Рыбное хозяйство. – 1989. – № 9. – С. 29-32.

174. Плотников Н.Н. Описторхоз (гельминтоз печени и поджелудочной железы). – М.: Изд-во Академия медицинских наук СССР, 1953. – 128 с.

175. Плотников Н.Н., Брагадзе И.Л. Описторхоз // Хирургия паразитарных заболеваний. – М., 1975. – С. 142.

176. Подоляко С.А. К вопросу соответствия параметров половодья в нижней зоне дельты волги требованиям к воспроизводству рыб в полях нижней зоны дельты в 2010-2013 гг. на примере территории Астраханского государственного заповедника (Дамчикский участок) // Астраханский вестник экологического образования. – 2014. – № 3 (29). – С. 60-67.

177. Подоляко С.А. Пассивное воздействие сооружений Астраханского вододелиителя на гидрологический режим нижней зоны дельты Волги // Астраханский вестник экологического образования. – 2015. – № 4 (34). – С. 68-70.

178. Подоляко С.А. Смещение нерестилищ массовых видов рыб в Астраханском государственном заповеднике в последнее десятилетие (2012–2021 гг.) // Гидрологический режим водотоков дельты Волги и его влияние на природные экосистемы: Сборник материалов круглого стола (центральный кордон Дамчикского участка, 3 сентября 2021 г). – Астрахань, 2021. – С. 43-45.

179. Подоляко С.А., Литвинов К.В., Великоцкая П.А. Влияние температурного фактора на изменчивость продолжительности этапов развития молоди массовых рыб дельты Волги в экстремально маловодные годы // Амурский зоологический журнал. – 2024. – Т. 16, № 3: – С. 747-762. <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-3-747-762>.

180. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.

181. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 18 ноября 2014 г. №

453 Об утверждении Правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 10.05.2023).

182. Приказ Минсельхоза России от 24.11.2021 г. № 793 (ред. от 15.07.2022) "Об утверждении Ветеринарных правил назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы рыбы, водных беспозвоночных и рыбной продукции из них, предназначенных для переработки и реализации". – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402248/ (дата обращения: 17.03.2025).

183. Прозоровская Н.И. К методике определения жирности воблы по количеству жира на кишечнике // Доклады по биологии, систематике и питанию рыб, по химии моря и сетеконструированию. Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии. – Москва: Пищепромиздат, 1952. – Вып. 1. – С.75-78.

184. Промысловые рыбы России / под ред. О. Ф. Гриценко, А. Н. Котляра, Б. Н. Котенёва. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – Т. 1. – 656 с.

185. Проскурина В.В., Воронина Е.А., Харченко Н.Н., Лахтина А.Э. Гельминтофауна и уровень заражённости основных промысловых видов полупроходных и речных рыб в нижней зоне дельты Волги // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2023. – Т. 17, № 11 (214). – С. 765-775.

186. Профилактика описторхоза: МУ 3.2.2601. Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 48 с.

187. Пустовалова В.Я. Эпидемия описторхоза и принципы его профилактики в условиях активизации миграции населения: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1994. – 50 с.

188. Радыш И. В., Скальный А. В., Нотова С.В., Маршинская О.В., Казакова Т.В. Введение в элементарологию: учебное пособие. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 184 с.

189. Ратникова Л.И., Тер-Багдасарян Л.В., Беспалова М.К. Описторхоз в Южно-Уральском природном очаге: клинико-эпидемиологическое наблюдение //

Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2021. № 1. С. 52-59.
<https://doi.org/10.33029/2305-3496-2021-10-1-52-59>.

190. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: МР 2.3.1.0253–21. Методические рекомендации. – Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.07.2021. — URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.10.2025).

191. Рогов М.М., Скриптунов Н.А. Некоторые гидролого-морфологические особенности устьевой области Волги и их влияние на пути рационального использования водных ресурсов // Труды Государственного океанографического института. – 1984. – Вып. 172. – С. 7-19.

192. Русанов Г.М., Гаврилов Н.Н., Горбунов А.К., Горбунова А.В., Живогляд А.Ф., Иванов В.М., Кизина Л.П., Косова А.А., Литвинов В.П., Реуцкая Н.И., Реуцкий Н.Д., Русаков Г.В., Рыбак В.С., Семёнова Н.Н., Шкварникова Ж.А. Изменения гидрологического режима в водоёмах дельты и авандельты Волги, вызванные колебаниями уровня Каспийского моря // Структурные изменения экосистем Астраханского биосферного заповедника, вызванные подъёмом уровня Каспийского моря. – Астрахань: ИПК Волга, 2003. – С. 21-36.

193. Рыжкова С.М., Кручинина В.М. Тенденции потребления рыбы и продуктов её переработки в России // Вестник ВГУИТ. – 2020. – Т. 82, № 2 (84). – С. 181-189.

194. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 06.11.2001; введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 14.11.2001 № 36; в ред. от 06.07.2011

195. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. Том 1. – М.: Колос, 1992. – 200 С.

196. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. Том 2. – М.: Колос, 1994. – 500 с.

197. Сергеева И.В. Вспышка острого описторхоза в Красноярске в июне

2016 года // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=25459> (дата обращения: 09.09.2025). – EDN: XIBDBD

198. Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб: монография. Калининград: Изд-во Калининградского государственного технического университета, 2010. – 460. EDN: QKTSBF.

199. Скальный А.В. Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие. – Москва: Эксмо, 2010. – 286 с.

200. Скальный А.В., Рудаков И.А., Нотова С.В., Скальный В.В., Бурцева Т.И., Баранова О.В., Губайдулина С.Г. Биоэлементология: основные понятия и термины: терминологический словарь. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 50 с.

201. Скальный А.В., Скальная М.Г., Киричук А.А., Тиньков А.А. Медицинская элементология. Изд. 2-е, испр. и доп. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2021. – 199 с.

202. Сокольский А.Ф. К вопросу о запрете вылова воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) в Волго-Каспийском рыбопромысловом районе // Рыбное хозяйство. – 2024. – № 5. – С. 68-73. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-68-73>.

203. Соловьев М.М. Бэр на Каспии: Каспийская экспедиция 1853-1856 гг. под руководством акад. К. М. Бэра / Академия наук СССР. – М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1941. – 191 с.

204. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоёмов / Под ред. В.П. Быкова. – М.: Изд-во ВНИРО. 1999. – С. 115-117.

205. Статистические сведения по рыбной промышленности России 2018–2019 гг. – М: ВНИРО, 2020. – 88 с.

206. Статистические сведения по рыбной промышленности России 2019–2020 гг. – М: ВНИРО, 2021. – 90 с.

207. Статистические сведения по рыбной промышленности России 2020–2021 гг. – М: ВНИРО, 2022. – 86 с.

208. Статистические сведения по рыбной промышленности России 2021–

2022 гг. – М: ВНИРО, 2023. – 94 с.

209. Статистические сведения по рыбной промышленности России 2022–2023 гг. – М: ВНИРО, 2024. – 84 с.

210. Струков А.И., Серов В.В. Патологическая анатомия. – М.: Медицина, 1995. – 688 с.

211. Сухаренко Е.В., Максимов В.И. Физиология рыб. – М.: ООО НПО «Сельскохозяйственные технологии», 2021. – 156 с.

212. Сытова М.В., Терпугова Н.Ю. Пищевая и биологическая ценность продукции из воблы // Труды ВНИРО. – 2025. – Т. 202, № 4. – С.129-146. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2025-202-129-146>

213. Сытова М.В., Терпугова Н.Ю., Мюге Н.С. Ветеринарно-санитарная экспертиза продукции из воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) // Техника и технология пищевых производств. – 2025. – Т. 55, № 4. – С. 856-873. – <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-4-2610>.

214. Танасийчук В.С. К вопросу о причинах колебания численности леща и воблы в Северном Каспии // Труды ВНИРО. – 1952. – Т. 21. – С. 195-212.

215. Танасийчук В.С. Биология размножения и закономерности формирования численности некоторых каспийских рыб в связи с изменением водности Волги и Урала: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – 1958. – 17 с.

216. Танасийчук В.С. Закономерности формирования численности некоторых каспийских рыб // Труды КаспНИРО, 1957. – Т.13. – С. 3-77.

217. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – Москва: Дрофа, 2004. – 256 с.

218. Тер-Багдасарян Л.В., Сергеева О.Н., Ратникова Л.И. Трудности диагностики описторхоза в эндемичном регионе // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. – 2025. – Т. 14. № 1 (52). – С. 112-122.

219. Терпугова Н. Ю., Конькова А. В., Лахтина А. Э. Гельминты молоди воблы *Rutilus rutilus caspicus* в северной части Каспийского моря // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: Сборник

трудов IX науч.-практ. конф. молодых учёных с междунар. участием, посвящённой 140-летию ВНИРО. – Москва, 2021. – С. 171-174.

220. Терпугова Н. Ю., Сытова М. В. Вобла: продукция, качество, безопасность, паразитарная чистота // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса. Экосистемы Голарктики в XXI веке: XII междунар. науч.-техн. конф. молодых учёных и специалистов. – Москва, 2024. – С. 137-139. EDN:KEUCOQ.

221. Терпугова Н.Ю. Влияние объёма волжского стока на заражённость ранней молоди воблы некоторыми паразитическими организмами // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы VIII научно-практической конференции молодых ученых с междунар. участием. – М.: Изд-во ВНИРО, 2020. – С. 134-137.

222. Терпугова Н.Ю., Баубекова Д.Г., Грушко М.П., Абдуллаева А.М. Микробиологическое состояние воблы в дельте волги // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2025. № 1 (53). – С. 110-116. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202501014>.

223. Терпугова Н.Ю., Грушко М.П. Гистологическое исследование новообразований у промысловых видов рыб при ветеринарно-санитарной оценке: методические рекомендации. – М.: ВНИРО, 2025. – 40 с.

224. Терпугова Н.Ю., Грушко М.П., Федорова Н.Н. Морфологическое строение органов выделительной системы личинок воблы *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870). // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы VII научно-практической конференции молодых ученых с междунар. участием. – М.: Изд-во ВНИРО, 2019. – С. 468-470.

225. Терпугова Н.Ю., Грушко М.П., Федорова Н.Н. Особенности формирования жабр у молоди воблы на нерестилищах дельты Волги // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 2. С. 66-71.

226. Терпугова Н.Ю., Грушко М.П., Федорова Н.Н. Постодиплостомоз ранней молоди воблы // Ветеринария. – 2022. – № 3. – С. 45-50. <https://doi.org/>

10.30896/0042-4846.2022.25.3.45-49

227. Терпугова Н.Ю., Грушко М.П., Федосеева Е.А. Ветсанэкспертиза и морфология крови молоди воблы при паразитарной инвазии // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». – 2024. № 3 (51). – С. 388-395. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202403011>.

228. Терпугова Н.Ю., Конькова А.В., Грушко М.П., Файзулина Д.Р. Особенности картины крови воблы *Rutilus rutilus caspicus* (Jakowlew, 1870) в Волго-Каспийском регионе // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2025. – Т. 8, № 3. – С. 36-48. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2025_8_3_36.

229. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016): принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. № 162. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_208368/ (дата обращения: 17.03.2025).

230. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011): утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880 (в ред. от 30.03.2024). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124768/ (дата обращения: 17.03.2025).

231. Тромбицкий И.Д. Картина крови прудовых рыб в норме и при паразитарных заболеваниях: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Рыбное, 1984. – 21 с.

232. Уразова М.Т. Аденокистома яичника у воблы как проблема рыбной промышленности Волжского бассейна // Пищевая промышленность и общественное питание: современное состояние и перспективы развития: сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Самара: СамГТУ, 2017. – С. 32-34.

233. Файзулина Д.Р., Конькова А.В., Ширина Ю.М., Богатов И.А. Гематологические показатели воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) дельты Волги в 2022 году // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения

нефтегазовых месторождений: материалы IX науч.-практ. конф. с междунар. участием (Астрахань, 10 ноября 2023 г.). – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2023. – С. 220-224.

234. Федяева Л.А. Межгодовые изменения зоопланктона протоков дельты Волги в весенне-летний период. Трансформация экосистем. – 2024. – Т. 7, № 1. – С. 147-176. <https://doi.org/10.23859/estr-220907>.

235. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М.: ДеЛи Принт, 2002. – 236 с.

236. Хоулт Дж. Определитель бактерий Берджи / Дж. Хоулт, Н. Криг, П. Снит. – М.: Мир, 1997. – 799 с.

237. Чавычалова Н.И. Формирование пополнения популяции северокаспийской воблы (*Rutilus rutilus caspicus* (Jakovlev, 1870)) в современных условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2009. – 24 с.

238. Чавычалова Н.И., Васильченко О.М., Лардыгина Е.Г. Последствие негативного воздействия изменений гидрологических условий в реке Волге и на нерестилищах в период весеннего половодья на естественное воспроизводство полупроходных и речных рыб // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2019. – Т. 6, №2 (22). – С. 40-47. EDN: ESUTIR

239. Чавычалова Н.И., Тарадина Д.Г., Васильченко О.М., Лардыгина Е.Г. Эффективность размножения полупроходных и речных рыб реки Волга в различные, по водности и режиму половодья, годовые периоды // Рыбное хозяйство. – 2020. – №2. – С. 67-73.

240. Чавычалова Н.И., Тарадина Д.Г., Васильченко О.М., Муханова Р.С. Роль антропогенного воздействия и природных условий обитания в воспроизводстве полупроходных и массовых речных рыб низовьев реки Волги по ретроспективным данным // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – №7 (186). – С. 34-47. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2107-03>.

241. Чавычалова Н.И., Тарадина Д.Г., Васильченко О.М., Пятикопова О.В. Особенности естественного воспроизводства полупроходных и речных видов рыбы в современный период зарегулированного запаса // Рыбное хозяйство. –

2014. – № 2. – С. 17-21.

242. Чавычалова Н.И., Фомин С.С. Эффективность естественного воспроизводства рыб в зависимости от гидрологического режима реки Волга в весенне-летний период // Рыбное хозяйство. – 2018. – №6. – С. 12-15.

243. Чаплыгин В.А. Тяжёлые металлы в кормовых организмах и осетровых (*Acipenser persicus* и *Acipenser gueldenstaedtii*) Каспийского моря в связи с условиями обитания: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2019. – 23 с.

244. Чаплыгин В.А., Ершова Т.С., Зайцев В.Ф. Содержание ртути в мышцах гидробионтов Каспийского моря // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 108-112.

245. Черевко А.И., Михайлов В.М., Шильман Л.З. и др. Энциклопедия питания: в 10 т. Т. 6. Процессы, происходящие в продуктах при обработке: справочное издание / под общ. ред. А. И. Черевко, В. М. Михайлова, Л. З. Шильмана. – 2-е изд., стер. – М.: КноРУС, 2024. – 536 с.

246. Чугунов Н.Л. Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района // Труды Астраханской ихтиологической лаборатории. – 1928. – Т. 6, вып. 4. – 282 с.

247. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: методическое пособие по ихтиологии; Академия наук СССР. Отделение биологических наук, Ихтиологическая комиссия, Институт морфологии животных им. А. Н. Северцова. – Москва: Изд-во: Академии наук СССР, 1959. – 164 с.

248. Чуйков Ю.С. Возвращаясь к проблемам Каспия. Часть 1 // Астраханский вестник экологического образования. – 2011. – № 1 (17). – С. 43-87. EDN: PUQOCH.

249. Шиленко М.А., Аракельян Р.С., Маслянинова А.Е., Кравченко Д.А., Аракелянц О.А., Ноздрин И.А., Могилкина Е.А., Хабирова Е.Р., Ахмедова Н.Ю., Чикишева К. А., Аджигитова А. А., Курепина М.Р., Михайлова Я.В., Сулейманова К.Г. Паразитарное состояние разных видов рыб // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 10 (136). –

<https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.136.40>.

250. Шульгина Л.В., Павелъ К.Г., Солодова Е.А., Якуш Е.В. Липидный профиль и диетическая ценность консервированных продуктов из сардины иваси // *Индустрия питания*. – 2023. – Т. 8, № 3. – С. 123-133. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-3-13>.

251. Шуман Л.А. Гистопатологические изменения и репродуктивный потенциал у рыб в водоёмах Обь-Иртышского бассейна с различной антропогенной нагрузкой: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИРО, 2015. – 20 с.

252. Янина Т.А., Болиховская Н.С., Полякова Е.И., Свиточ А.А., Бадюкова Е.Н., Макшаев Р.Р., Лобачева Д.В., Штыркова Е.И. Дельта Волги. Эволюция природной среды в условиях изменений климата. – М.: Географический факультет МГУ; ООО «Красногорская типография», 2019 – 168 с.

253. Abdybekova A.M., Abdibayeva A.A., Popov N.N., Zhaksylykova A.A., Barbol B.I., Bozhbanov B.Z., Torgerson P.R. Helminth parasites of fish of the Kazakhstan sector of the Caspian Sea and associated drainage basin // *Helminthologia*. – 2020. – Vol. 57, № 3. – P. 241-251. <https://doi.org/10.2478/helm-2020-0030>.

254. Aibinu I.E., Smooker P.M., Lopata A.L. Anisakis nematodes in fish and shellfish – from infection to allergies // *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. – 2019. – Vol. 9. – P. 384–393. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.04.007>

255. Aquatic foods to nourish nations / C. D. Golden, J. Z. Koehn, A. Shepon, S. Passarelli, C. M. Free, D. F. Viana, H. Matthey, J. G. Eurich, J. A. Gephart, E. Fluet-Chouinard, E. A. Nyboer, A. J. Lynch, M. Kjellevold, S. Bromage, P. Charlebois, M. Barange, S. Vannuccini, L. Cao, K. M. Kleisner, E. B. Rimm, G. Danaei, C. DeSisto, H. Kelahan, K. J. Fiorella, D. C. Little, E. H. Allison, J. Fanzo, S. H. Thilsted // *Nature*. – 2021. – Vol. 598. – P. 315-320. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03917-1>.

256. Barbol B.I., Abdybekova A.M., Popov N.N., Abdibaeva A.A., Zhaksylykova A.A. Biological and ichthyopathological characteristics of the *Rutilus rutilus caspicus* in Zhaiyk-Caspian Basin // *News of the National Academy of Sciences*

of the Republic of Kazakhstan. Series of Biological and Medical. – 2021. – № 4(346). – P. 31–37. <https://doi.org/10.32014/2021.2519-1629.85>.

257. Betancourth P., Gómez J., Fernández-Silva J.A., González J. Anisakidae parasites in frozen fish fillets intended for human consumption // *Biomedica*. – 2022. – Vol. 42(4). – P. 591-601. – <https://doi.org/10.7705/biomedica.6533>.

258. Castiglione D., Di Maggio M., Guardone L., Ricci E., Tinacci L., Guglielmone G., Coltraro M., Susini F., Armani A. Eustrongylides excisus in fish species caught in the Massaciuccoli Lake (Northwest Tuscany, Italy): implications for freshwater fish quality and public health // *Food Control*. – 2023. – Vol. 153. – 109894. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109894>.

259. Chai J.-Y., Murrell K. D., Lymbery A. J. Fish-borne parasitic zoonoses: status and issues // *International Journal for Parasitology*. – 2005. – Vol. 35(11–12). – P. 1233-1254. – <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.07.013>

260. Dickerson H.W., Woo P.T.K. Buchmann K. *Ichthyophthirius multifiliis* // *Fish parasites: pathobiology and protection*. – London: CABI, 2012. P. 55-72. <https://doi.org/10.1079/9781845938062.0055>.

261. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: report of an FAO Expert Consultation. – Rome: FAO, 2013. – 66 p.

262. Farag M.A., Gad M.Z. Omega-9 fatty acids: potential roles in inflammation and cancer management // *J. Genet. Eng. Biotechnol.* – 2022. – Vol. 20, no. 1. – Art. 48. – <https://doi.org/10.1186/s43141-022-00329-0>.

263. Franceschini R., Valiani A., Ranucci D., Roila R., Palma G., Agnetti F., Di Giacinto G., Branciarri R. Eustrongylides spp. parasite risk management in *Atherina boyeri* from Lake Trasimeno. // *Italian Journal of Food Safety*. – 2023. – Vol. 12 (3): 11338.

264. Fujisawa Y., Barton D. P., Shamsi S. Risk factors of anisakidosis at the global level: a review // *Current Clinical Microbiology Reports*. – 2025. – Vol. 12. 17. <https://doi.org/10.1007/s40588-025-00255-y>

265. Gabriel U.U., Ezeri G.N.O., Opabunmi O.O. Influence of sex, source, health status and acclimation on the haematology of *Clarias gariepinus* (Burch, 1822) //

African Journal of Biotechnology. – 2004. – Vol. 3 (9). – P. 463-467.
<https://doi.org/10.5897/AJB2004.000-2090>.

266. Honcharov S.L., Soroka N.M., Galat M.V., Zhurenko O.V., Dubovyi A.I., Dzhmil V.I. Eustrongylides (Nematoda: Dioctophymatidae): epizootology and special characteristics of the development biology // *Helminthologia*. – 2022. – Vol. 59, 2. – P. 127–142. <https://doi.org/10.2478/helm-2022-0013>.

267. Johnson, M., Bradford C. Omega-3, Omega-6 and Omega-9 Fatty Acids: Implications for Cardiovascular and Other Diseases // *Journal of Glycomics and Lipidomics*. – 2014. – Vol. 4. – Art. 123. – <https://doi.org/10.4172/2153-0637.1000123>.

268. Jouini Z., Besbes N., Sadok S., Gargouri L. Does Anisakis spp. infestation affect the proximate composition, fatty acids, and minerals contents of its host *Merluccius merluccius*? // *Parasitology Research*. – 2023. – Vol. 122, № 12. – P. 3053–3062. <https://doi.org/10.1007/s00436-023-07996-z>.

269. Kokova D., Verhoeven A., Perina E.A., Ivanov V.V., Heijink M., Yazdanbakhsh M., Mayboroda O.A. Metabolic homeostasis in chronic helminth infection is sustained by organ-specific metabolic rewiring // *ACS Infectious Diseases*. – 2021. – Vol. 7, No. 4. – P. 906–916. <https://doi.org/acsinfecdis.1c00026>.

270. Marchetti M.D., García Loredo A.B. Structural evolution in desalting *Merluccius hubbsi* fillets: comparative analysis of varied salting techniques // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2024. – Vol. 59, № 10. – P. 7193–7202. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17440>.

271. Nabi N., Ahmed I., Wani G.B. Hematological and serum biochemical reference intervals of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* cultured in Himalayan aquaculture: Morphology, morphometrics and quantification of peripheral blood cells // *Saudi Journal of Biological Sciences*. – 2022. – Vol. 29, Iss. 4. P. 2942–2957. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.01.019>.

272. Nonković D., Tešić V., Šimat V., Karabuva S., Medić A., Hrabar J. Anisakidae and anisakidosis: a public health perspective // *Pathogens*. – 2025. – Vol. 14, 217. – <https://doi.org/10.3390/pathogens14030217>.

273. Oliveira F.A. de, Cabral Neto O., Rodrigues dos Santos L.M., Rocha

Ferreira EH., Rosenthal A. Effect of high pressure on fish meat quality – a review // Trends in Food Science & Technology. – 2017. – Vol. 66. – P. 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.04.014>.

274. Rahmati-Holasoo H., Azizzadeh M., Ebrahimzadeh Mousavi H., Shokrpour S., Ziafati Kafi Z., Marandi A. Histopathological, morphological, and molecular characterization of fish-borne zoonotic parasite *Eustrongylides excisus* infecting Northern pike (*Esox lucius*) in Iran // BMC Veterinary Research. – 2024. – Vol. 20, No. 1. – P. 291. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04146-0>.

275. Rigkou A., Hemnani M., Martins A.L., Mesquita J.R. Detection and characterization of visceral anisakid nematodes in blue whiting from Portuguese waters // Foods. – 2024. – Vol. 13, (23): 3802. <https://doi.org/10.3390/foods13233802>.

276. Romadhon R., Rostini I., Rosidah, Junianto. Analysis of nutritional content in frozen fishery products of mackerel infected by *Anisakis* sp. // Global Scientific Journal. – 2020. – Vol. 8, № 11. – P. 1890-1894.

277. Shamsi S., Barton D.P. A critical review of anisakidosis cases occurring globally Parasitology Research. – 2023. – Vol. 122 (8). P. 1733–1745. <https://doi.org/10.1007/s00436-023-07881-9>.

278. Sindermann C.J. Pollution-associated diseases and abnormalities of fish and shellfish: A review // Fish Bull. U.S. – 1979. –V. 76. Iss. 4. – P. 717-748.

279. Smagulova A., Bulashev A., Jazina K., Uakhit R., Lider L., Bekenova A., Valeeva D., Kiyan V. Foodborne Helminths in Imported Fish: Molecular Evidence from Fish Products in the Kazakhstan Market. // Foods. – 2025. – Vol. 14, № 20, Art. 3466. – <https://doi.org/10.3390/foods14203466>.

280. Valero A., Martín-Sánchez J., Reyes-Muelas E., Adroher F.J. Larval anisakids parasitizing the blue whiting (*Micromesistius poutassou*) from Motril Bay in the Mediterranean region of southern Spain // Journal of Helminthology. – 2000. – Vol. 74, № 4. – P. 361–364. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00000536>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

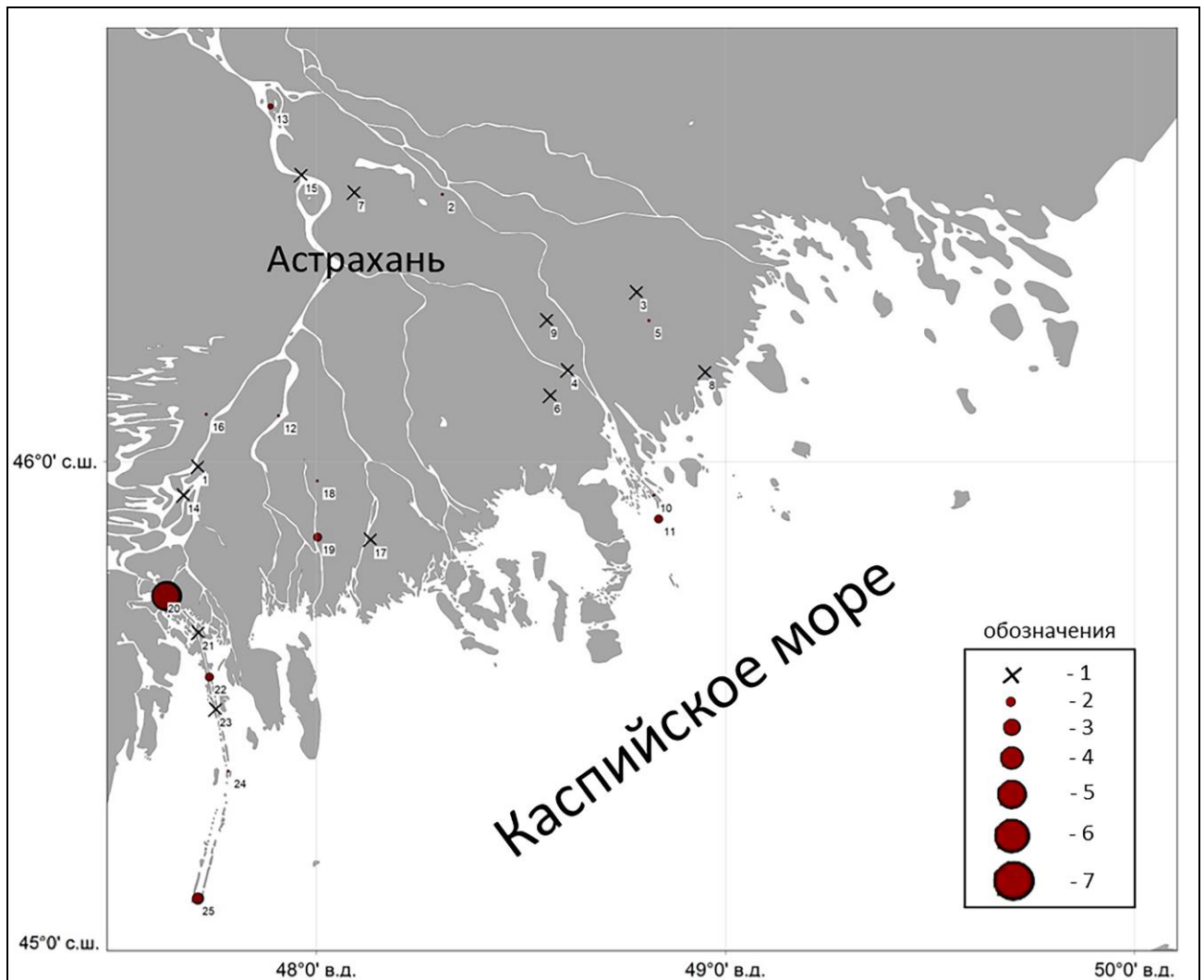


Рисунок 1 – Карта-схема расположения заражённой воблы инфузориями *I. multifiliis* в дельте р. Волги в период исследований 2015–2020 гг. (1 – отсутствие зараженных рыб; 2 – количество зараженных рыб от 0 до 1 %; 3 – количество зараженных рыб от 1 до 2 %; 4 – количество зараженных рыб от 2 до 3 %; 5 – количество зараженных рыб от 3 до 4 %; 6 – количество зараженных рыб от 4 до 5 %; 7 – количество зараженных рыб более 5 %)².

² Номера наименования станций в белых квадратах 1) с. Ямное, 2) с. Забузан, 3) с. Мултаново, 4) с. Зеленга, 5) с. Нововасильево, 6) р. Жирогопка, 7) с. Тулугановка, 8) Васильевский банк, 9) п. Камардан, 10) Белинский банк 7-я Огневка, 11) Белинский банк 10-я Огневка, 12) с. Хмелевка, 13) с. Нижнелебяжье, 14) с. Трудфронт, 15) с. Рассвет, 16) с. Икрыное, 17) п. Кировский, 18) с. Образцово-Травино, 19) с. Гандурино, 20) Главный банк 4-я Огневка, 21) Главный банк 8-я Огневка, 22) Главный банк 10-я Огневка, 23) Главный банк 13-я Огневка, 24) Главный банк 14-я Огневка, 25) Главный банк 17-я Огневка).

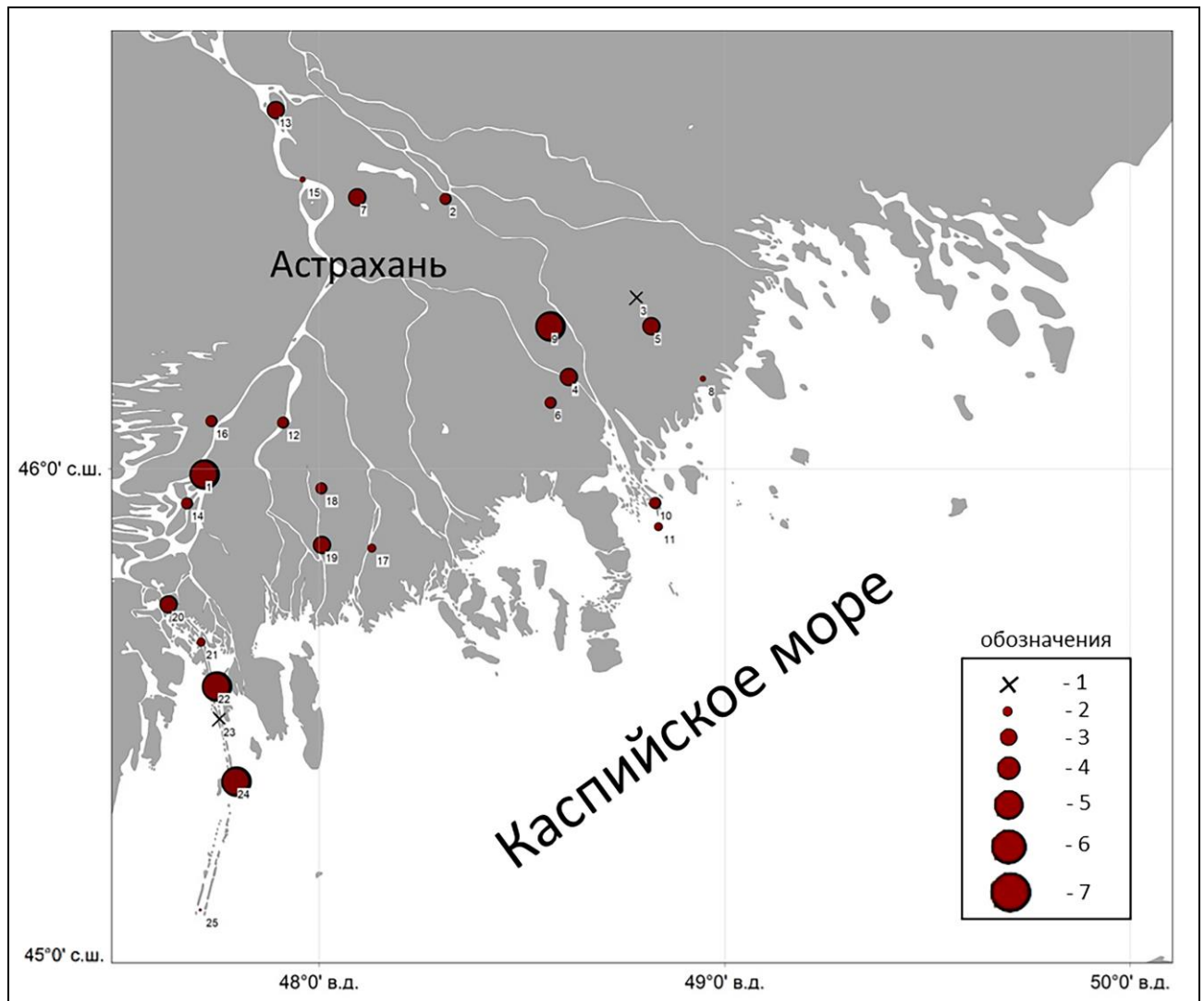


Рисунок 2 – Карта-схема расположения заражённой воibly моногенейми *Dactylogyrus sp.* в дельте р. Волги в период исследований 2015–2020 гг. (1 – отсутствие зараженных рыб; 2– количество зараженных рыб от 0 до 2 %; 3 – количество зараженных рыб б от 2 до 3 %; 4 – количество зараженных рыб от 3 до 4 %; 5 – количество зараженных рыб от 4 до 5 %; 6 – количество зараженных рыб от 5 до 10 %; 7 – количество зараженных рыб более 10 %) в период исследований 2015-2020 гг. дельте р. Волги³

³ Номера наименования станций в белых квадратах 1) с. Ямное, 2) с. Забузан, 3) с. Мултаново, 4) с. Зеленга, 5) с. Нововасильево, 6) р. Жирогопка, 7) с. Тулугановка, 8) Васильевский банк, 9) п. Камардан, 10) Белинский банк 7-я Огневка, 11) Белинский банк 10-я Огневка, 12) с. Хмелевка, 13) с. Нижнелебяжье, 14) с. Трудфронт, 15) с. Рассвет, 16) с. Икрыное, 17) п. Кировский, 18) с. Образцово-Травино, 19) с. Гандурино, 20) Главный банк 4-я Огневка, 21) Главный банк 8-я Огневка, 22) Главный банк 10-я Огневка, 23) Главный банк 13-я Огневка, 24) Главный банк 14-я Огневка, 25) Главный банк 17-я Огневка.

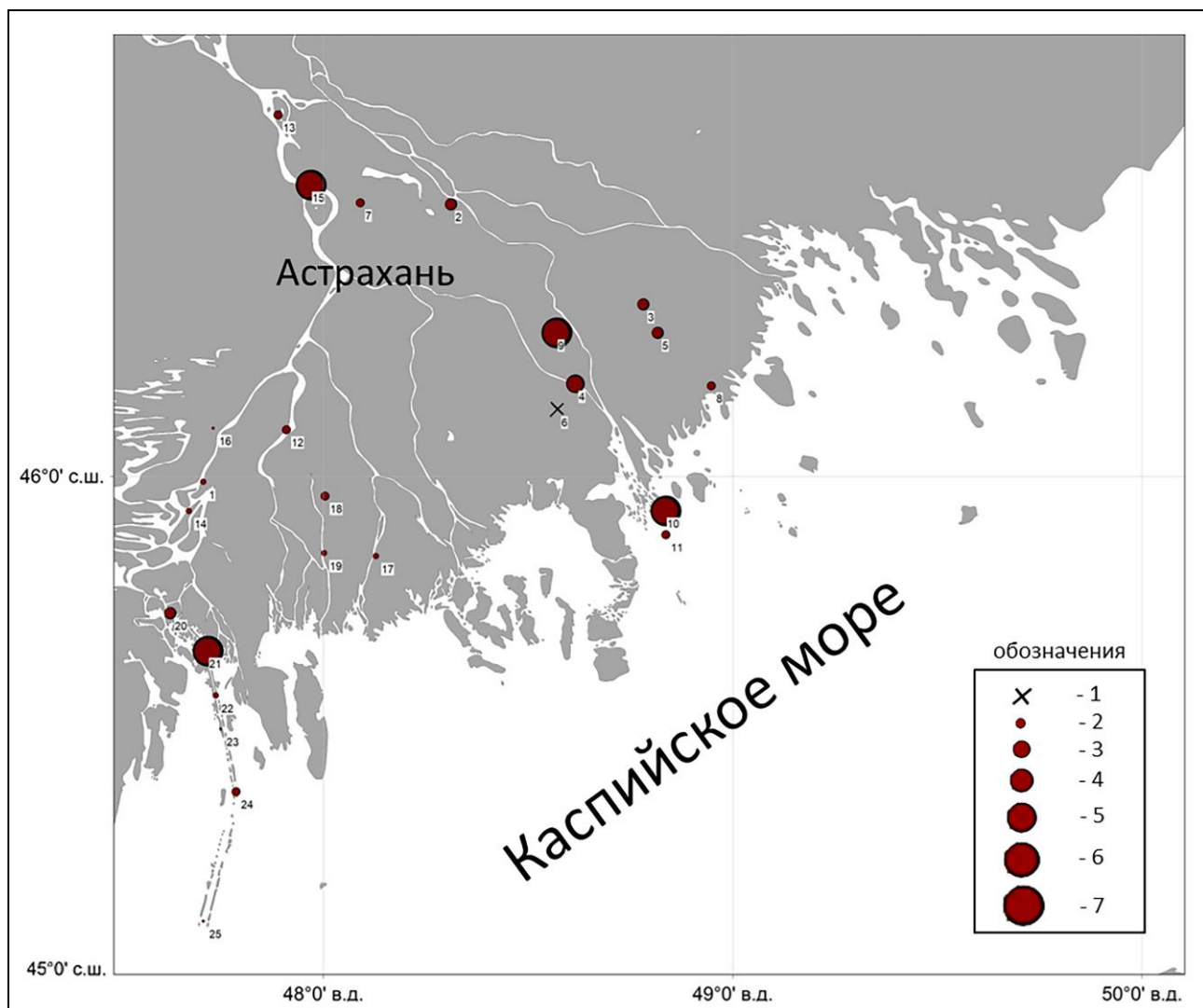


Рисунок 3 – Карта-схема расположения заражённой воблы трематодой *A. muehlingi* в дельте р. Волги (1 – отсутствие зараженных рыб; 2– количество зараженных рыб от 0 до 2 %; 3 – количество зараженных рыб от 2 до 5 %; 4 – количество зараженных рыб от 5 до 10 %; 5 – количество зараженных рыб от 10 до 15 %; 6 – количество зараженных рыб от 15 до 20 %; 7 – количество зараженных рыб более 20 %) в период исследований 2015-2020 гг. дельте р. Волги⁴.

⁴ Номера наименования станций в белых квадратах 1) с. Ямное, 2) с. Забузан, 3) с. Мултаново, 4) с. Зеленга, 5) с. Нововасильево, 6) р. Жирогопка, 7) с. Тулугановка, 8) Васильевский банк, 9) п. Камардан, 10) Белинский банк 7-я Огневка, 11) Белинский банк 10-я Огневка, 12) с. Хмелевка, 13) с. Нижнелебяжье, 14) с. Трудфронт, 15) с. Рассвет, 16) с. Икрыное, 17) п. Кировский, 18) с. Образцово-Травино, 19) с. Гандурино, 20) Главный банк 4-я Огневка, 21) Главный банк 8-я Огневка, 22) Главный банк 10-я Огневка, 23) Главный банк 13-я Огневка, 24) Главный банк 14-я Огневка, 25) Главный банк 17-я Огневка).

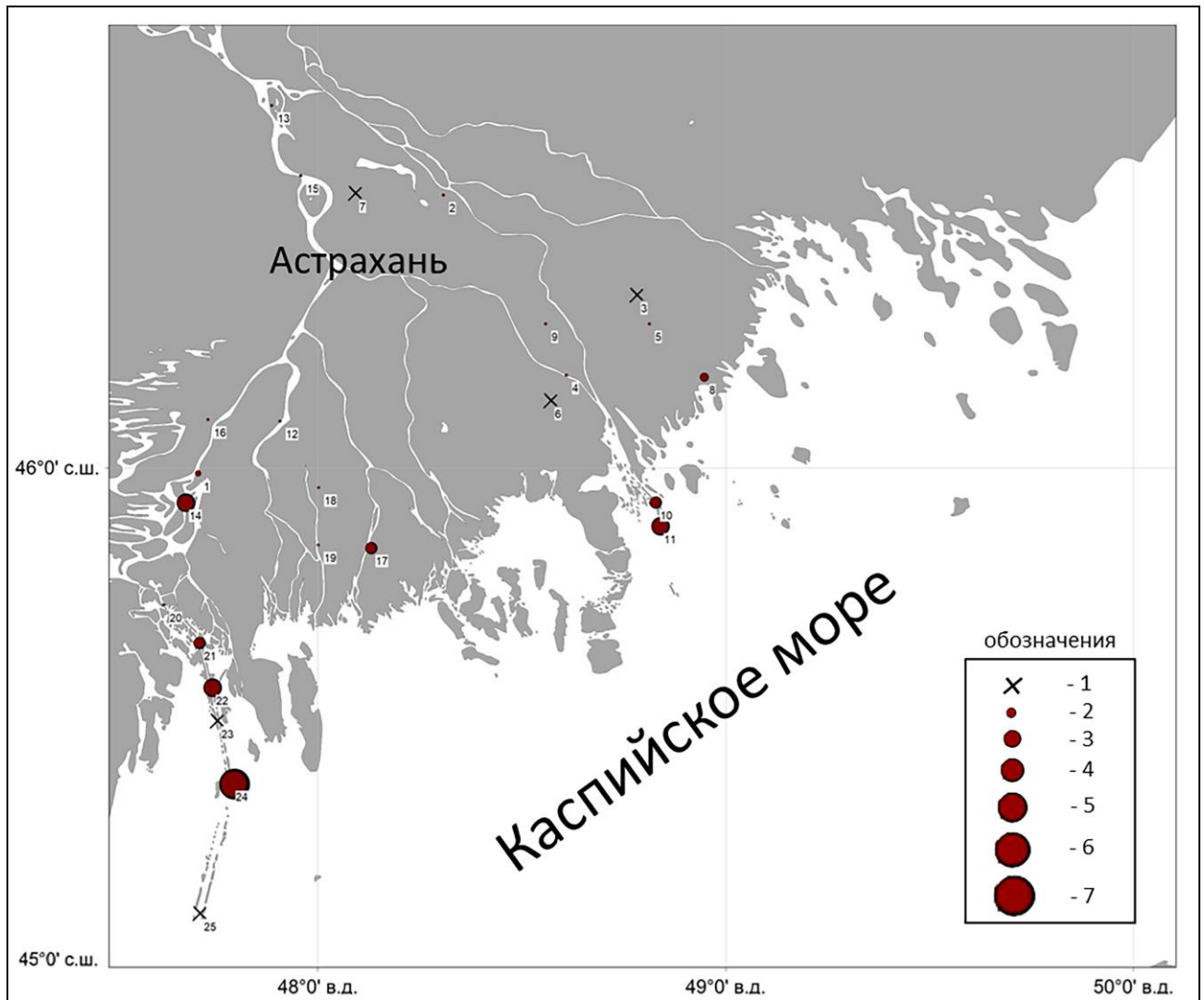


Рисунок 4 – Карта-схема расположения заражённой воблы трематодой *P. cuticola* в дельте р. Волги (1 – отсутствие зараженных рыб; 2 – количество зараженных рыб от 0 до 1 %; 3 – количество зараженных рыб от 1 до 2 %; 4 – количество зараженных рыб от 2 до 3 %; 5 – количество зараженных рыб от 3 до 5 %; 6 – количество зараженных рыб от 5 до 10 %; 7 – количество зараженных рыб 10 %) в период исследований 2015-2020 гг. дельте р. Волги⁵

⁵ Номера наименования станций в белых квадратах 1) с. Ямное, 2) с. Забузан, 3) с. Мултаново, 4) с. Зеленга, 5) с. Нововасильево, 6) р. Жирогопка, 7) с. Тулугановка, 8) Васильевский банк, 9) п. Камардан, 10) Белинский банк 7-я Огневка, 11) Белинский банк 10-я Огневка, 12) с. Хмелевка, 13) с. Нижнелебяжье, 14) с. Трудфронт, 15) с. Рассвет, 16) с. Икрыное, 17) п. Кировский, 18) с. Образцово-Травино, 19) с. Гандурино, 20) Главный банк 4-я Огневка, 21) Главный банк 8-я Огневка, 22) Главный банк 10-я Огневка, 23) Главный банк 13-я Огневка, 24) Главный банк 14-я Огневка, 25) лавный банк 17-я Огневка).



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

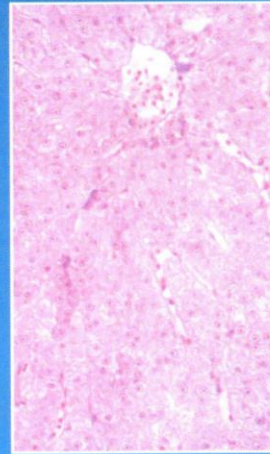
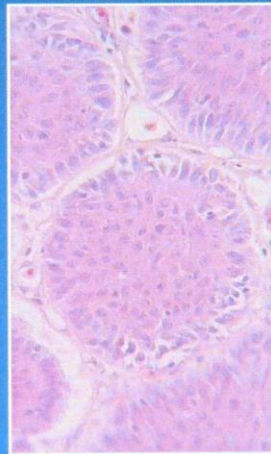
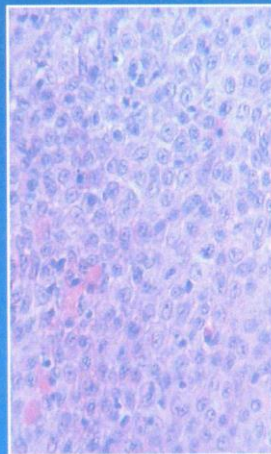
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»
(ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»)



Терпугова Н.Ю., Грушко М.П.

**ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НОВООБРАЗОВАНИЙ У ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ
ПРИ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ОЦЕНКЕ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



Издательство ВНИРО

УДК 597-18:597-12
ББК 28.66
Г 51

Рецензенты:

Ленченко Е.М., доктор ветеринарных наук, профессор ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»
Согрина А.В., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»

- Г 51 Гистологическое исследование новообразований у промысловых видов рыб при ветеринарно-санитарной оценке. Методические рекомендации // Авторы-составители: Терпугова Н.Ю., Грушко М.П. М.: Изд-во ВНИРО. 2025, — 40 с.

В методических рекомендациях отражены методы гистологических исследований, применяемые для обнаружения и идентификации новообразований у промысловых видов рыб. Представлено описание морфологических признаков и патологических процессов различных видов обнаруживаемых новообразований у промысловых рыб.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по направлениям 36.03.01, 36.04.01 — «Ветеринарно-санитарная экспертиза», 36.05.01 — «Ветеринария», 06.03.01 — «Биология», специалистов в области ихтиопатологии, ветеринарно-санитарной экспертизы, ветеринарии, экологии, а также аспирантов профильных учебных и научных учреждений.

Оформление обложки: Терпугова С.С.

СПРАВКА

О подтверждении использования в научно-исследовательских работах, методических рекомендаций: «Гистологическое исследование новообразований у промысловых видов рыб при ветеринарно-санитарной оценке» (Терпугова Н.Ю., Грушко М.П.)

Настоящая справка подтверждает, что при выполнении научно-исследовательских работ, посвящённых оценке физиологического состояния молоди тихоокеанских лососей, выращиваемых на опытных комбикормах, были использованы методические рекомендации: «Гистологическое исследование новообразований у промысловых видов рыб при ветеринарно-санитарной оценке» (авт. Терпугова Н. Ю., Грушко М. П.).

Методические рекомендации использовались в качестве основы при выполнении полного комплекса гистологических работ, включающих гистологическую проводку материала, изготовление парафиновых блоков, получение срезов, их окрашивание и последующее микроскопическое изучение. Применение методических рекомендаций обеспечило требуемую подготовку образцов, для получения высокого качества микропрепаратов и достоверную оценку состояния исследуемых тканей. На основании подготовленных гистологических препаратов проводилось морфологическое изучение тканей исследуемых рыб, для выявления патологических процессов. Полученные данные использовались для объективной оценки физиологического состояния и определения возможного влияния выявленных отклонений на качество молоди тихоокеанских лососей.

Применение данных методических рекомендаций позволило провести исследования и получить обоснованные, точные и воспроизводимые результаты, которые были включены в итоговые отчетные материалы научно-исследовательской работы.

Директор Департамента
прикладных исследований комбикормов
и научного сопровождения производств
ФГБНУ «ВНИРО»



Р.В. Артемов
10.02.2026



Федеральное агентство по рыболовству

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический
университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Ученому секретарю
ФГБНУ «ВНИРО»
Сытовой М.В.
105187, г. Москва,
Окружной проезд, 19
+7 499 264-39-87
m_sitova@vniro.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ МОРСКОЙ
РЫБОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ
(филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический
университет»
(«СПбМРК» (филиал) ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Большая аллея, 22, Санкт-Петербург, 197022
Тел./факс: (812) 234-60-30
e-mail: spbmarine@spbmrk.ru;

<http://www.spbmrk.ru>

ОКПО 00471604; ОГРН 1023900592561;

ИНН/КПП 3904014891/781343001

на № 12.02.2026 от № 59/04-14

СПРАВКА

О подтверждении использования в учебном процессе материалов диссертационной работы на тему: «Ветеринарно-санитарная оценка воibly (*Rutilus rutilus caspicus*) в условиях современного антропогенного воздействия в Волго-Каспийском регионе»

Настоящая справка подтверждает, что материалы диссертационной работы Терпуговой Надежда Юрьевны, посвящённой ветеринарно-санитарной оценке воibly в условиях Волго-Каспийского региона, используются в учебном процессе образовательной организации. Результаты диссертационного исследования внедрены в лекционные занятия по дисциплинам по специальности 35.02.09 «Водные биоресурсы и аквакультура» а также в учебно-методические материалы, разработку практических занятий и проведение лабораторных работ.

Директор



С.Г. Лосяков

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности ФГБОУ ВО«Астраханский государственный
университет им. В. Н. Татищева»Г. В. Станкевич
2026 г.

СПРАВКА О ВНЕДРЕНИИ в учебный процесс

Выдана Терпуговой Надежде Юрьевне для предоставления в диссертационный совет и свидетельствующая о том, что материалы методических рекомендаций «Гистологическое исследование новообразований у промысловых видов рыб при ветеринарно-санитарной оценке» (Терпугова Н.Ю., Грушко М.П. М.: Издательство ВНИРО, 2025, 40 с.) используются в учебном процессе при подготовке ветеринарных врачей на кафедре ветеринарной медицины.

Декан агро-биологического
факультета, к.б.н., доцент

С.К. Касимова

И. о. заместителя декана агро-
биологического факультета по
научной деятельности, доцент кафедры
ветеринарной медицины, к.б.н., доцент

А.В. Конькова

СПРАВКА

об использовании в учебном процессе материалов диссертационной работы Терпуговой Надежды Юрьевны на тему «Ветеринарно-санитарная оценка воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) в условиях современного антропогенного воздействия Волго-Каспийского региона»

Материалы диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата биологических наук по научной специальности 4.2.2. – Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность Терпуговой Надежды Юрьевны на тему «Ветеринарно-санитарная оценка воблы (*Rutilus rutilus caspicus*) в условиях современного антропогенного воздействия Волго-Каспийского региона», включающие новые подходы к комплексной оценке безопасности, пищевой и биологической ценности воблы с применением паразитологических, гематологических, гистологических, микробиологических, биохимических и ветеринарно-санитарных методов с учетом условий среды обитания воблы, используются в лекционных курсах и при проведении практических занятий преподавателями кафедры зоологии и аквакультуры по дисциплине «Технология производства и экспертиза продуктов рыбоводства» для студентов бакалавриата по направлению 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза».

Профессор кафедры зоологии и аквакультуры
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор


А.В. Жигин

Согласовано:

Заведующий кафедрой зоологии и аквакультуры
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева,
доктор биологических наук, профессор


А.А. Кидов

И.о. директора института зоотехнии и биологии
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева,
доктор ветеринарных наук, доцент


С.В. Акчурин

Исп.: Жигин А.В.; тел.: 8-905-773-83-68; E-mail: azhigin@gmail.com