

УДК 597.552.51:639.32(265)

DOI: 10.15853/2072-8212.2018.48.19-30

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ РОДА *ONCORHYNCHUS* В АКВАКУЛЬТУРЕ КАМЧАТКИ

Т.В. Гаврюсева, Е.В. Бочкова*, Н.В. Сергеенко*, Е.А. Устименко*



Ст. н. с., к. б. н.; Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН

299011 Севастополь, пр. Нахимова, 2

Тел.: (8692) 54-41-10. E-mail: gavrt2004@mail.ru

*Ст. н. с.; ст. н. с., к. б. н.; ст. н. с., к. б. н.; Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

683003 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18

Тел., факс: (4152) 41-27-01

E-mail: bochkova.e.v@kamniro.ru, sergeenko.n.v@kamniro.ru, ustimenko.e.a@kamniro.ru

ТИХООКЕАНСКИЕ ЛОСОСИ, АКВАКУЛЬТУРА, ЭПИЗОТИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА, ИНФЕКЦИОННЫЙ НЕКРОЗ ГЕМОПОЭТИЧЕСКОЙ ТКАНИ, ПАТОГЕНЫ, КАМЧАТКА

Представлены результаты комплексных вирусологических, бактериологических, паразитологических и гистологических исследований молоди и половозрелых тихоокеанских лососей на рыбоводных заводах (ЛРЗ) Камчатки в 2015–2017 гг. Наибольшую опасность для заводских лососей представляли вирус инфекционного некроза гемopoэтической ткани (IHNV) и возбудитель фурункулеза — *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*. Асимптоматическое носительство IHNV выявили у производителей нерки на двух, кеты — на одном ЛРЗ. Вспышку ИHN зарегистрировали у молоди нерки на рыбоводном заводе в 2017 г. За весь период исследований бактерии *A. salmonicida* обнаружили у нерки, кижуча и кеты, используемых для воспроизводства, на четырех ЛРЗ. У заводской молоди тихоокеанских лососей наиболее часто отмечали гистопатологические изменения в печени, почках, желудочно-кишечном тракте, характерные для хронической формы алиментарного токсикоза. Серьезные структурные нарушения органов и тканей, обусловленные водным и алиментарным токсикозом, выявили у сеголеток кижуча в 2017 г.

CURRENT STATE OF THE HEALTH OF PACIFIC SALMON (*ONCORHYNCHUS*) IN THE AQUACULTURE OF KAMCHATKA

Tatiana V. Gavruseva, Elena V. Bochkova*, Natalya V. Sergeenko*, Elena A. Ustimenko*

Senior Scientist, Ph. D. (Biology); Institute of the Marine Biological Sciences named A.O. Kovalevsky RAS,

299011 Sevastopol, Nahimov av., 2

Tel.: (8692) 54-41-10. E-mail: gavrt2004@mail.ru

*Senior Scientist; Senior Scientist, Ph. D. (Biology); Senior Scientist, Ph. D. (Biology); Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography

683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18. Tel./fax: (4152) 41-27-01

E-mail: bochkova.e.v@kamniro.ru, sergeenko.n.v@kamniro.ru, ustimenko.e.a@kamniro.ru

PACIFIC SALMON, AQUACULTURE, EPIZOOTIC SITUATION, INFECTIOUS HEMATOPOIETIC NECROSIS VIRUS (IHNV), PATHOGENS, KAMCHATKA

Results of complex virological, bacteriological, parasitological and histological examination of juvenile and mature Pacific salmon from hatcheries of Kamchatka in 2015–2017 are demonstrated. The most dangerous pathogens for salmon included the Infectious Hematopoietic Necrosis Virus (IHNV) and bacteria *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida*, the causative agent of furunculosis. An asymptomatic carriage of IHNV was revealed in mature sockeye salmon (*O. nerka*) from two hatcheries and chum salmon (*O. keta*) in one hatchery. An outbreak of the IHNV was recorded among juvenile sockeye salmon at one of hatcheries in 2017. For the research period *A. salmonicida* was found at four hatcheries in sockeye salmon, coho salmon (*O. kisutch*) and chum salmon used for reproduction. Histopathological changes typical as chronic form of alimentary toxicosis were the most frequent in liver, kidneys and gastrointestinal tract of juvenile individuals. Serious structural changes of the organs and tissues as a result of water or alimentary toxicosis were revealed in coho salmon underyearlings in 2017.

При сокращении запасов ценных видов промысловых рыб остро встает проблема получения жизнестойкой молоди на рыбоводных заводах для восстановления численности природных популяций; в частности, это касается и тихоокеанских лососей.

На Камчатке функционируют пять лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ): Паратунский экспериментальный (ПЭЛРЗ), Виллюйский (ВЛРЗ), Кетки-

но (КЛРЗ), Озерки (ОЛРЗ), Малкинский (МЛРЗ), где воспроизводят тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*: кету *O. keta* (60–70% от общего объема выращиваемых рыб), нерку *O. nerka* (25–30%), чавычу *O. tshawytscha* (2–3%) и кижуча *O. kisutch* (2–3%). Три лососевых рыбоводных завода (ПЭЛРЗ, ВЛРЗ и КЛРЗ) расположены на точном побережье, два (МЛРЗ, ОЛРЗ) — на за-

падном побережье полуострова. В настоящее время четыре завода выпускают сеголеток лососей, ВЛРЗ — двухгодовиков кижуча.

Одной из причин, снижающей эффективность воспроизводства на камчатских лососевых рыбодоводных заводах, является гибель молоди или ее неудовлетворительное физиологическое состояние, как следствие болезней различной этиологии. Помимо инфекционных и инвазионных, вызываемых вирусами (Рудакова, 2003; Рудакова и др., 2009), бактериями (Устименко, 2012; Устименко, Сергеенко, 2017), паразитами (Карманова и др., 2004; Линева, 2004), огромное влияние на состояние здоровья рыб оказывают незаразные болезни, возникающие в результате нарушения условий содержания (Устименко и др., 2003; Гаврюсева, 2007; Гаврюсева и др., 2017). Ввиду того, что клиническая картина заболеваний у рыб в основном неспецифична, для своевременной постановки диагноза и контроля эпизоотической обстановки на заводах требуется проведение комплексных (вирусологических, бактериологических, паразитологических, гистологических и др.) исследований подращиваемой молоди.

Цель работы: дать оценку состояния здоровья молоди и половозрелых тихоокеанских лососей, используемых для искусственного воспроизводства, на рыбодоводных заводах Камчатки в современный период на основе результатов вирусологических, бактериологических, паразитологических и гистологических исследований.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- провести комплексные исследования молоди и половозрелых лососей, используемых для воспроизводства на ЛРЗ Камчатки;
- определить пути проникновения патогенов и факторы, способствующие возникновению и/или развитию болезней на ЛРЗ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Лососей отбирали методом случайных выборок. В процессе работы определяли биологические показатели, описывали клинические и патологоанатомические изменения у исследуемых особей. Единовременная выборка, в зависимости от возраста особей, вида и цели исследований, составляла от 15 до 135 экз. Всего комплексными (вирусологическими, бактериологическими, паразитологическими и гистологическими) методами исследовали 3734 экз. тихоокеанских лососей, из них: половозрелых — 660 экз. (от одного экз. отбирали пробы на все виды исследований), молоди — 3074 экз. рыб (табл. 1).

Для выделения вирусных агентов использовали три перевиваемые клеточные культуры рыб: ЕРС (эпидермальные новообразования большого оспой карпа), CHSE-214 (эмбрион чавычи) и СНН-1 (сердце кеты). Культивирование, инокуляцию, инкубирование зараженных линий клеток проводили по общепринятым методикам (Сборник инструкций..., 1998; Fish pathology..., 2009). Для вирусологических исследований молодь и половозрелых тихоокеанских лососей с благополучных по вирусным заболеваниям ЛРЗ обследовали популяционно (объединяя по 5 рыб в один пул), половозрелых нерку и кету для МЛРЗ и ОЛРЗ — индивидуально. Вирусную активность оценивали с помощью метода Рида и Менча путем титрования (Лабораторный практикум..., 1983), идентифицировали патогена с помощью обратной транскриптазной полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР).

При бактериологических исследованиях посеы проводили из почки, а при наличии патологических изменений — из поражений и других внутренних органов рыб (Austin, Austin, 2007). Использовали универсальные и селективные питательные среды. Для биохимического тестирования бактерий использовали тест-систему API 20E.

Таблица 1. Количество тихоокеанских лососей, обследованных в 2015–2017 гг.
Table 1. The number of Pacific salmon examined in 2015–2017

Вид исследований Type of examination	Количество обследованных тихоокеанских лососей, экз. (молодь/производители) The number of examined Pacific salmon, individuals (juvenile/adult)			
	Чавыча Chinook salmon	Нерка Sockeye salmon	Кета Chum salmon	Кижуч Coho salmon
Бактериологические Bacteriological	90/90	190/180	270/270	215/30
Вирусологические Virological	90/90	679/180	360/270	215/30
Паразитологические Parasitological	90/90	170/180	265/270	215/30
Гистологические Histological	40/0	85/0	105/0	85/0

Таксономическую принадлежность микроорганизмов устанавливали по Определителю бактерий Берджи (Bergey's manual., 2004) путем сопоставления культуральных, морфологических и биохимических свойств. Для определения степени патогенности (вирулентности) выделенных от рыб аэромонад применяли косвенный метод — измеряли величину зоны деполимеризации на среде, содержащей ДНК, проявляющейся при продуцировании бактериями фермента дезоксирибонуклеазы.

Для паразитологических исследований осуществляли неполное паразитологическое вскрытие. Видовую принадлежность паразитов устанавливали с помощью отечественных определителей (Определитель паразитов., 1984). Для фиксации, окрашивания и изготовления постоянных препаратов паразитарных агентов использовали отечественные методики (Лабораторный практикум., 1983; Чернышева и др., 2009), для обнаружения сертифицируемых видов паразитов *Myxosoma cerebralis*, *Ceratomyxa shasta* и возбудителя пролиферативной болезни почки (PKD) — зарубежные (AFS-FHS FHS blue book., 2010). Применяли окрашивание железным гематоксилином, по Романовскому-Гимзе, азотно-кислым серебром.

Отобранных для гистологического и гистохимического анализа мальков усыпляли в 0,01%-м водном растворе анестетика MS-222 и фиксировали в жидкости Дэвидсона. Дальнейшую обработку гистологических проб и окрашивание препаратов гематоксилин-эозином (Г-Э) по Мейеру, Граму, Романовскому-Гимзе, Циллю-Нильсену и ШИК-световым зеленым проводили по общепринятым методикам (Bancroft et al., 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Вирусологические исследования. При проведении ежегодных исследований у нерки и кеты, используемых для воспроизводства на ОЛРЗ и МЛРЗ, обнаружили асимптоматическое носительство

особо опасного для молоди лососевых патогена — вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани (Infectious hematopoietic necrosis virus — IHNV) с варьирующей превалентностью (табл. 2). Значения титров вирусных изолятов колебались в пределах от $0,4 \times 10^{4,4}$ до $0,4 \times 10^{9,8}$ тканевых цитопатических доз в 1 мл (ТЦД/мл) при эпизоотически значимом $0,4 \times 10^5$ ТЦД/мл. Вирусного патогена выделяли из внутренних органов и овариальной жидкости рыб.

Начиная с 2002 г., мы регулярно выделяем IHNV у половозрелой нерки, возвращающейся на нерест в бассейн реки Большой, где расположены МЛРЗ и ОЛРЗ, подращивающие этот вид лососей. У половозрелой кеты вирус впервые обнаружили в 2015 г. (Бочкова, 2017). Несмотря на то, что кету выращивают на нескольких заводах Камчатки, IHNV у этого вида рыб выделили только на ОЛРЗ, и только на этом заводе второй выращиваемый вид — нерка. Вероятно, заражение кеты (чувствительного к IHNV вида) произошло через воду в результате горизонтальной трансмиссии вируса от инфицированной нерки, т. к. закладка икры нерки и кеты происходит практически одновременно. При этом производители обоих видов рыб содержатся до созревания в соседних садках с одним источником водоснабжения.

Вспышку вирусного заболевания зафиксировали только у молоди нерки, выращиваемой на ОЛРЗ, в 2017 г. (Рудакова и др., 2017). У части больных рыб отмечали характерные признаки патологии: кровоизлияния в районе грудных плавников и анального отверстия, желудочно-кишечный тракт, наполненный беловатым содержимым. У большинства мальков клинические признаки были не выражены. Выделенного на линиях клеток патогена идентифицировали с помощью ОТ-ПЦР как вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV). Этот патоген в заводских условиях способен вызывать 100%-ю гибель мальков. Значения титров, выделенных во время

Таблица 2. Преvalентность IHNV у половозрелой нерки и кеты, используемых для заводского воспроизводства в 2015–2017 гг.
Table 2. The IHNV prevalence in mature sockeye and chum salmon, used for artificial (hatchery) reproduction in 2015–2017

Год исследований Year of examination	Преvalентность IHNV, % / The IHNV prevalence, %		
	ОЛРЗ / OSH		МЛРЗ / MSH
	Нерка / Sockeye salmon	Кета / Chum salmon	Нерка / Sockeye salmon
2015	66,7	33,3	30
2016	23,3	16,7	0
2017	16,7	10	0

вспышки заболевания изолятов, варьировали от $0,4 \times 10^{2,5}$ до $0,4 \times 10^{9,8}$ ТСД₅₀/мл тестируемого материала, средний титр — $0,4 \times 10^{6,6}$ СД₅₀/мл. Зараженная ИHNV рыба была уничтожена в соответствии с ветеринарными требованиями. В результате болезни погибло и/или было уничтожено 60% всей молоди нерки, подращиваемой на ОЛРЗ.

Развитие ИHN у нерки началось в одном бассейне, скорее всего в результате вертикальной передачи вируса от производителей потомству: в 2016 г. при закладке икры на ОЛРЗ асимптоматическое носительство ИHNV обнаружили у 23,3% производителей (табл. 1), причем значения вирусных титров были высокими и достигали $0,4 \times 10^{8,6}$ ТЦД₅₀/мл тестируемого материала. Впоследствии высококонтагиозный патоген распространился в расположенные рядом бассейны, вероятно, при различных технологических манипуляциях и/или с брызгами воды.

Бактериологические исследования. У половозрелых рыб — нерки, используемой для воспроизводства на МЛРЗ, кеты на ОЛРЗ и ПЭЛРЗ и кижуча на ВЛРЗ, выявили носительство опасного бактериального патогена, возбудителя фурункулеза лососевых — *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* (рис. 1). Его регистрировали у нерки и кеты на МЛРЗ и ОЛРЗ ранее (Sergeenko, Ustimenko, 2005), а у кижуча на ВЛРЗ и кеты на ПЛРЗ — впервые в 2017 г. Большинство выделенных штаммов *A. salmonicida* были слабовирулентными. Только изоляты, выделенные от кеты на ОЛРЗ в 2015 г. и на ПЭЛРЗ в 2017 г., проявили высокую степень вирулентности. Таким образом,

носительство бактерий *A. salmonicida* subsp. *salmonicida* отмечали у трех видов тихоокеанских лососей — нерки, кеты и кижуча, используемых для воспроизводства на всех ЛРЗ Камчатки, кроме КЛРЗ. Условно-патогенные бактерии выявили у половозрелых лососей на всех ЛРЗ, чаще всего регистрировали подвижных аэромонад *Aeromonas hydrophila*.

Потенциальных возбудителей бактериальных заболеваний рыб выявляли на жабрах молоди тихоокеанских лососей на всех ЛРЗ. Спектр микрофлоры был представлен псевдомонадами *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, флавобактериями *Flavobacterium psychrophilum*, подвижными аэромонадами *A. hydrophila* и актиномицетами *Actinomyces* sp. (рис. 2).

Преобладающей условно-патогенной микрофлорой у молоди лососей на всех заводах были бактерии родов *Pseudomonas* и *Flavobacterium*. Флавобактерии чаще всего регистрировали у молоди кеты на ПЭЛРЗ и КЛРЗ, псевдомонады — у нерки на МЛРЗ, подвижные аэромонады — у кижуча на ПЭЛРЗ и ВЛРЗ. Актиномицеты *Actinomyces* выявляли только у сеголеток чавычи на МЛРЗ. В посевах из внутренних органов условно-патогенных бактерий (*P. fluorescens*) отмечали в единичных случаях только у молоди кеты на КЛРЗ.

Условно-патогенная микрофлора на жабрах рыб не оказывала значимого влияния на здоровье молоди. Основным фактором, сдерживающим развитие заболеваний бактериальной этиологии у молоди лососей на камчатских ЛРЗ, является низкая температура воды. Оптимальная температура

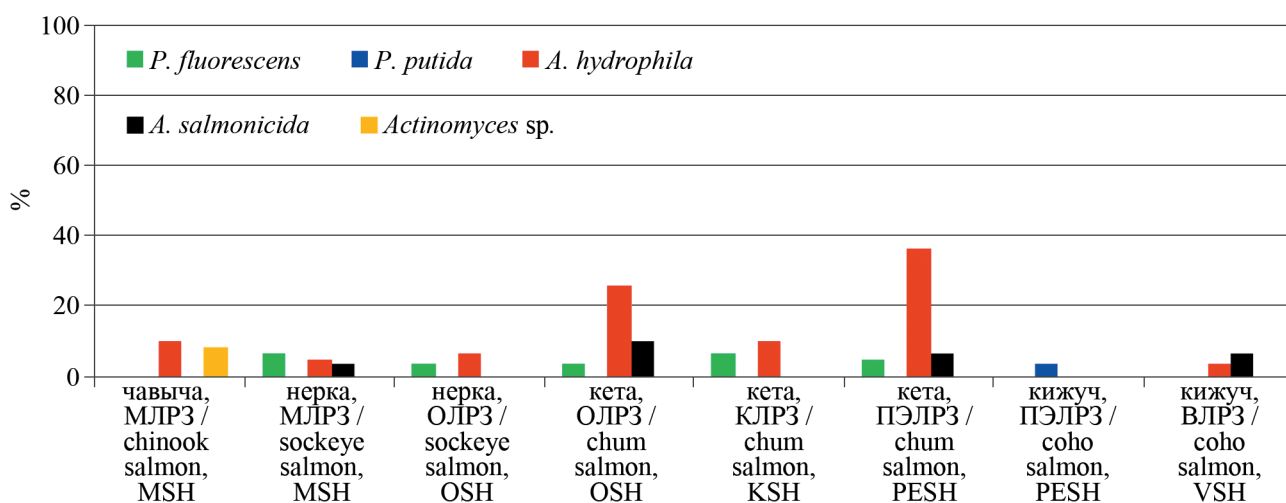


Рис. 1. Встречаемость (%) патогенной и условно-патогенной микрофлоры у производителей тихоокеанских лососей в 2015–2017 гг.

Fig. 1. The frequency (%) of the pathogenic or conditionally pathogenic microflora in spawning Pacific salmon in 2015–2017

для бактерий, в том числе холодолюбивых, находится в пределах 4–15 °С. На всех заводах, кроме МЛРЗ и ПЭЛРЗ, она не превышает 4 °С в течение всего периода подращивания рыб. Проникновение микроорганизмов на завод с поступающей водой сдерживают ультрафиолетовые установки, которыми оборудованы ЛРЗ.

Паразитологические исследования. Особо опасных патогенных агентов у половозрелых рыб и молоди не выявили. На поверхности тела и жабрах у сеголеток кеты на ПЭЛРЗ, нерки на ОЛРЗ и двухлеток кижуча на ВЛРЗ обнаружили простейших *Trichodina truttae*. Наиболее высокую экстенсивность инвазии отмечали у кеты в 2016 г. (93,3%), но интенсивность заражения при этом была невысокой — единичные экземпляры.

Кругоресничные инфузории *T. truttae* относятся к патогенным простейшим. Инфузории *T. truttae* опасны тем, что разрушают поверхностный слой эпителия и вызывают жаберную и кожную эпителиальную гиперплазию, а у тяжелоинвазированных рыб — деструкцию клеток и сильное слизиотделение. Вследствие этого происходит нарушение жаберного и кожного дыхания (Карманова и др., 2004; Mizuno et al., 2016).

Характерной особенностью паразитирования простейших является их повсеместное распространение, отсутствие специфичности по отношению к хозяевам, а также прямой путь передачи инвазии — контактный, через воду, грунт. Скорее всего, на рыболовные заводы они попадали в процессе принудительного водоснабжения. Занос этих паразитов на заводы также возможен от производителей при отсутствии или некачественной анти-

паразитарной обработке оплодотворенной икры, например, если процесс набухания икры после оплодотворения проводится непосредственно в речной воде. Методы борьбы и профилактики с паразитарными болезнями рыб достаточно отработаны и являются эффективными при строгом соблюдении периодичности и доз обработок.

Гистологические исследования. При исследовании молоди нерки с визуальными признаками заболевания на ОЛРЗ в 2017 г. у всех рыб выявили патологические изменения органов и тканей, характерные для вирусного инфекционного некроза гемопоэтической ткани (Гаврюсева, 2004). У мальков регистрировали некроз клеток гемопоэтической ткани и подслизистого слоя желудочно-кишечного тракта, респираторного эпителия, поджелудочной железы. Обнаружили некротические слушенные клетки в просвете желудочно-кишечного тракта, кровоизлияния в скелетную мускулатуру и желточный мешок.

Гистопатологические изменения, выявленные у остальной молоди лососей, в основном, были характерны для алиментарного и/или водного токсикоза. Чаще всего их отмечали в жабрах, печени, почках и желудочно-кишечном тракте. Так, в жабрах мальков регистрировали меланизацию макрофагов вокруг кровеносных сосудов жаберных дуг (30–100% рыб) (рис. 3А), гиперплазию респираторного эпителия (6,7–33,3%) (рис. 3Б), отек подэпителиального слоя (6,7–20%), слипание жаберных ламелл (6,7–20%) (рис. 3Б). В желудочно-кишечном тракте отмечали локальный некроз слизистого слоя пилорического отдела желудка (20–66,7%) (рис. 3В) и пилориче-

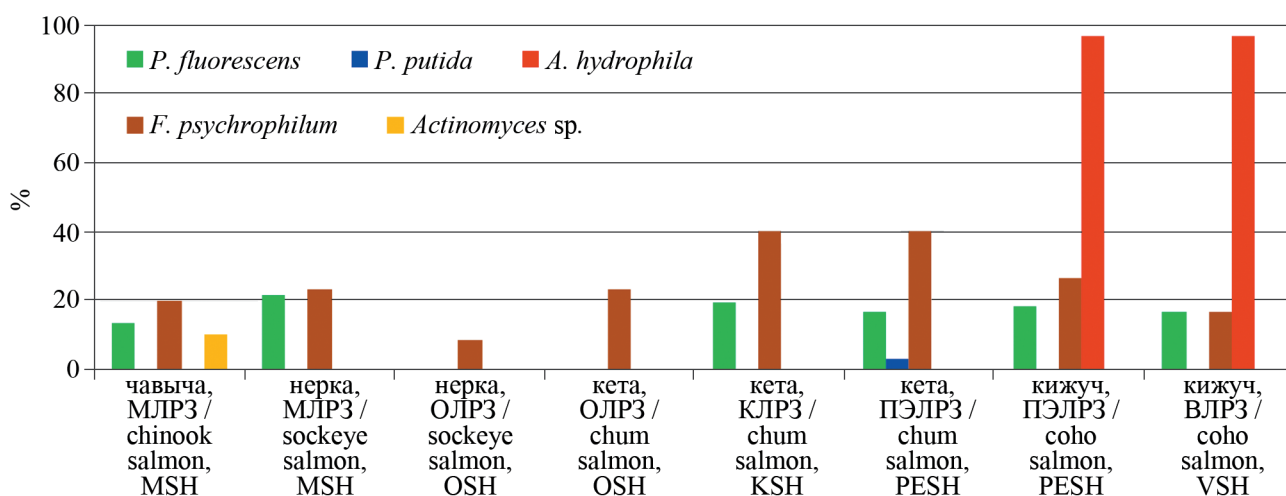


Рис. 2. Встречаемость (%) условно-патогенной микрофлоры у сеголеток тихоокеанских лососей в 2015–2017 гг.
Fig. 2. The frequency (%) of conditionally pathogenic microflora in the Pacific salmon underyearlings in 2015–2017

ских придатков (20–30%). В почках выявляли локальную гиалиново-капельную дистрофию нефроцитов (13–46,7%), эозинофильные массы в просвете почечных канальцев (6,7–60%); в печени — жировую дистрофию гепатоцитов второй–третьей (13,3–26,7%) (рис. 3Г) и четвертой степени (6,7–66,7%). Липоидная дистрофия гепатоцитов второй–третьей степени, часто встречающаяся у заводских лососей, является обратимой при переходе на естественное питание (Факторович, 1984; Гаврюсева, 2007), тогда как дистрофия четвертой степени может привести к гибели рыб. Она развивается постепенно и продолжается длительное время, даже после выпуска рыб в естественные водоемы (Факторович, 1984; Грищенко и др., 1999).

Алиментарные токсикозы могут быть вызваны как неполноценностью или недоброкачеством кормов, так и нарушенным или физиологически неадекватным режимом кормления (Post, 1987; Ferguson, 1995; Мирзоева, 2000; Абросимова, 2015). Возможно, что рецептура применяемых на ЛРЗ кормов не совсем адаптирована для тихоокеанских лососей. Немаловажна и консистенция используемых на заводах кормов. По данным А.В. Фомина (1996), молодь кеты, культивируемая при температурах воды 1–3 °С на заводах Магаданского региона, эффективнее усваивает влажные искусственные корма с содержанием жира не менее 17%. Сухой гранулированный корм при низких температурах плохо усваивается в связи с низкой активностью пищевари-

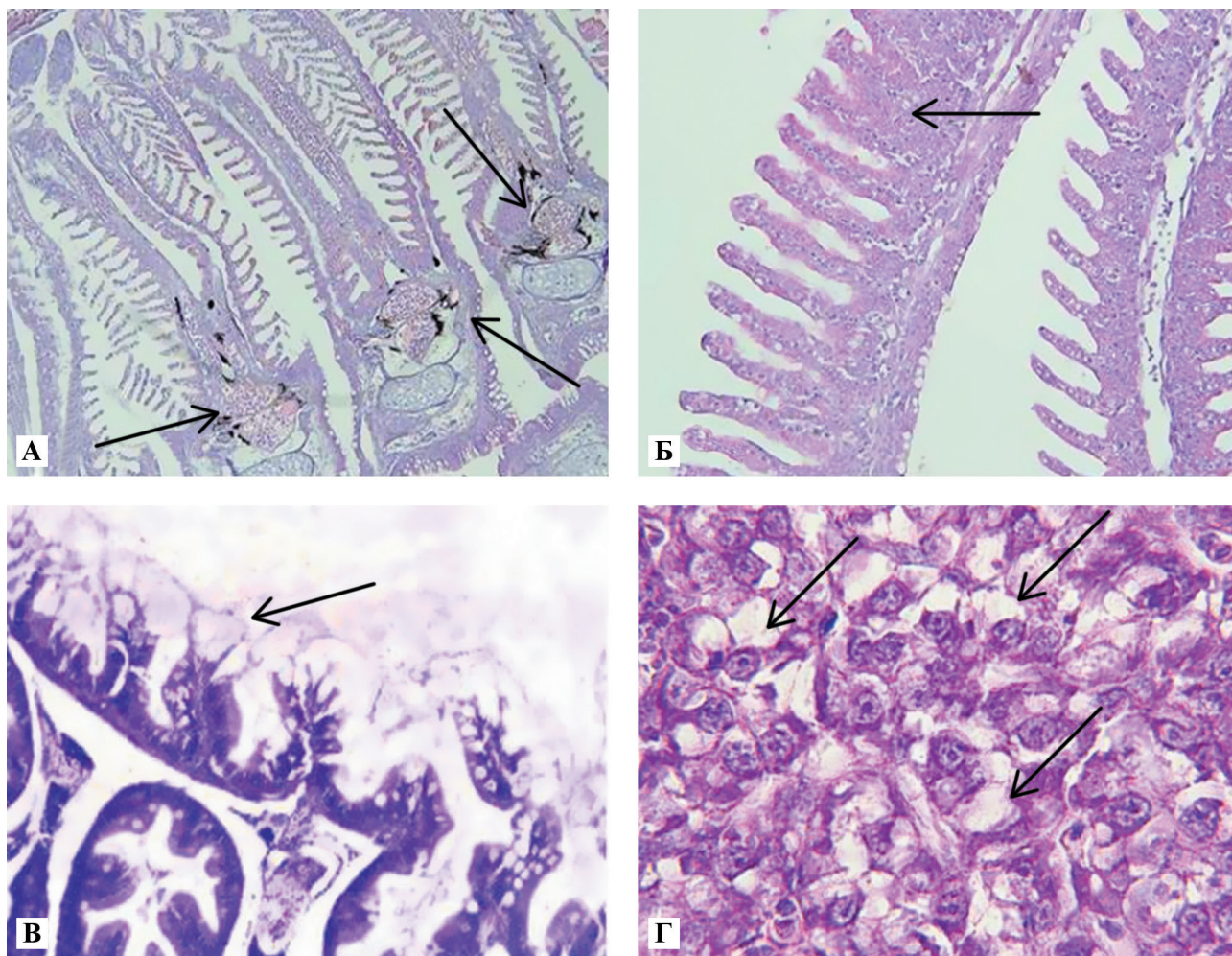


Рис. 3. Гистопатологические изменения, выявленные у молоди тихоокеанских лососей на ЛРЗ Камчатки в 2015–2017 гг.: А — меланизация макрофагов вокруг кровеносных сосудов жаберных дуг (×50, Г-Э); Б — гиперплазия респираторного эпителия и локальное слипание жаберных ламелл (↑) (×200, Г-Э); В — некроз слизистого слоя пилорического отдела желудка (↑) (×100, Г-Э); Г — липоидная дистрофия печени, стрелками (↑) отмечены жировые капли (×1000, Г-Э)

Fig. 3. The histopathological changes revealed in juvenile Pacific salmon in the hatcheries of Kamchatka in 2015–2017: А — melanization of macrophages around blood vessels of gill arches (×50, H-E); Б — hyperplasia of respiratory epithelium and local adherence of gill lamellae (↑) (×200, H-E); В — necrosis of mucosal layer of pyloric section of stomach (↑) (×100, H-E); Г — lipid dystrophy of liver, the arrows (↑) mark lipid drops (×1000, H-E)

тельных ферментов у молоди и оказывает травмирующее воздействие на слизистую пищеварительного тракта. Это ведет к появлению патологических изменений, вызывающих нарушение пищеварения и снижение жизнестойкости рыб. При проведении сравнительного биохимического анализа и по данным гистологических исследований молоди кеты, выращиваемой на ПЭЛРЗ в 2000–2002 гг., мы получили сходные данные. Было установлено, что при температурном режиме 3–5 °C на Паратунском заводе наиболее эффективным импортным рационом для этого вида рыб является полувлажный комбикорм марки “BioDiet” американского производства (в сравнении с импортными гранулированными комбикормами датского (“Aller Aqua”) и японского (“Ayukko”) производства) (Кальченко и др., 2009). В дальнейшем, для повышения эффективности выращивания молоди лососей на ЛРЗ Камчатки, кажется рациональным проведение работ по определению оптимального количества жира в искусственных рационах для каждого вида рыб с учетом существующих на заводах температурных режимов.

В 2017 г. при внешнем осмотре сеголеток кижуча на ВЛРЗ у отдельных рыб отмечали истощение, нарушение координации движений, потемнение окраски тела, серые анемичные жабы, кровоизлияния в области жаберных крышек, экзофтальмию (пучеглазие) и вздутие брюшка. Кроме вышеописанных гистопатологических изменений органов и тканей, возникающих из-за алиментарного токсикоза, выявили повреждения жабр и почек, больше характерные для водного токсикоза (Гаврюсева и др., 2017). Такие нарушения обычно возникают вследствие повышенного содержания в воде фосфорорганических соединений, аммиака, сероводорода и других токсических соединений (Вейдемейер и др., 1981; Моисеенко, 2009). Кумулятивный эффект двух факторов (поступление на завод загрязненной органикой талой ручьевого воды и кормов сомнительного качества) вызвал увеличение смертности мальков. Сотрудникам завода рекомендовали проверить поступающие на ВЛРЗ воду и корма на токсичность. Рыбоводы провели полную замену корма, изменили кратность кормления и перешли на водоснабжение из скважин. Через несколько дней смертность снизилась практически во всех бассейнах, впоследствии отход перестал превышать допустимый.

Таким образом, самым опасным заболеванием, выявленным у молоди тихоокеанских лососей на камчатских ЛРЗ, был и остается вирусный инфекционный некроз гемопоэтической ткани. Эпизоотии ИHN ранее регистрировали у сеголеток нерки на двух рыбоводных заводах: МЛРЗ — в 2002 г., ОЛРЗ — в 2004 г. (Бочкова, Рудакова, 2008). Проникновение патогена на завод обычно происходит с оплодотворенной икрой в результате вертикальной передачи от половозрелых лососей — асимптоматических носителей, используемых для воспроизводства. Так как методов лечения не существует, основным направлением борьбы с данной инфекцией является профилактика. В 2006 г. в КамчатНИРО на основании опыта американских ученых (Alaska sockeye salmon., 1994) были разработаны рекомендации по профилактике и борьбе с инфекционным некрозом гемопоэтической ткани на лососевых рыбоводных заводах России (Рудакова, 2009). Носительство ИHNv мы обнаружили у нерки во всех основных нагульно-нерестовых водоемах Камчатки. В природных популяциях рыб этот вирус играет роль фактора, регулирующего численность. Однако в природе соблюдается определенное равновесие, поэтому в естественных условиях последствия эпизоотий не настолько трагичны, как при искусственном воспроизводстве.

Возбудитель фурункулеза *A. salmonicida*, еще один опасный патоген, выявленный у половозрелых рыб, используемых для искусственного воспроизводства, на всех ЛРЗ, кроме Кеткино. Этот бактериальный патоген представляет опасность для искусственно выращиваемой молоди лососей и может вызывать высокую смертность рыб в течение 2–3 дней (Austin, Austin, 2007), но низкие температуры воды на камчатских ЛРЗ, соблюдение мер профилактики при проведении технологических операций (обработка оплодотворенной икры при закладке, соблюдение норм плотности посадки и гидрохимического режима) сводят к минимуму вероятность развития заболевания.

Условно-патогенная микрофлора и простейшие паразиты *T. truttae*, обнаруженные у заводских мальков, обычны для камчатских природных водоемов. Большинство обнаруженных у заводской молоди лососей гистопатологических изменений органов и тканей являются обратимыми после выпуска и адаптации к природным условиям оби-

тания (Гаврюсева, 2006; Бочкова, 2007; Смирнов, Френкель, 2013).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплексных исследований тихоокеанских лососей, проведенных на камчатских ЛРЗ в 2015–2017 гг., у половозрелых нерки и кеты, используемых в заводском воспроизводстве, на двух заводах (ОЛРЗ и МЛРЗ) обнаружили асимптоматическое носительство вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани. На ОЛРЗ у молоди нерки в 2017 г. зарегистрировали вспышку ИHN, в результате которой 60% мальков погибло. Носительство опасного бактериального патогена *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* регистрировали у половозрелых нерки, кеты и кижуча, используемых в заводском воспроизводстве на четырех заводах. Особо опасных паразитарных агентов не отмечали. Выявленные у заводской молоди гистопатологические изменения, в основном, были характерны для хронической формы алиментарного токсикоза, связаны с погрешностями питания и являются обратимыми при переходе на естественные корма.

В целом, состояние здоровья молоди тихоокеанских лососей, выпущенной с ЛРЗ Камчатки в 2015–2017 гг., можно считать удовлетворительным.

Работа выполнена в соответствии с темой государственного задания ФГБНУ КамчатНИРО 12.056.1/Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов во внутренних водах, в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях и по теме государственного задания ФГБНУ ИМБИ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом», номер гос. регистрации АААА-А18-118021490093-4.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы статьи выражают искреннюю благодарность сотрудникам камчатских ЛРЗ за содействие и помощь: директору ЛРЗ Озерки А.Н. Акбатырову, главному рыбоводу Малкинского ЛРЗ Т.В. Волковой, главному рыбоводу ЛРЗ Кеткино Н.Г. Вин-

ник, главному рыбоводу ЛРЗ Вилуйский Е.С. Махмутовой, директору ЛРЗ Кеткино В.А. Точилину, а также сотрудникам лаборатории здоровья гидробионтов, принимавшим участие в отборе проб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абросимова К.С. 2015. Оптимизация кормов и кормления молоди осетровых рыб для профилактики и лечения тимпаний в интенсивной аквакультуре. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов-на Дону: Южный научный центр РАН. 23 с.
- Бочкова Е.В. 2007. Сравнительный анализ состояния здоровья молоди кеты *Oncorhynchus keta* различного происхождения в пресноводный период жизни // Вопр. рыболовства. Т. 8, № 3 (31). С. 525–537.
- Бочкова Е.В., Рудакова С.Л. 2008. Влияние биотехнологий, используемых при воспроизводстве нерки, на течение эпизоотий инфекционного некроза гемопоэтической ткани // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. Минск: Ин-т рыб. хоз-ва. Вып. 24. С. 387–390.
- Бочкова Е.В. 2017. Первый случай выделения вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани у заводских производителей кеты (*Oncorhynchus keta*) на Камчатке // Матер. Междунар. конф. «Лососевые рыбы. Биология, охрана и воспроизводство» (Петрозаводск, 18–22 сентября 2017 г.). Петрозаводск, Карелия. С. 25–26.
- Вейдемейер Г.А., Мейер Ф.П., Смит Л. 1981. Стресс и болезни рыб. М.: Легкая и пищевая пром-сть. 127 с.
- Гаврюсева Т.В. 2004. Гистопатологические изменения при инфекционном некрозе гемопоэтической ткани (ИHN) у мальков нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) на Малкинском ЛРЗ в период эпизоотии // Вопр. рыболовства. Т. 5, № 1 (17). С. 132–146.
- Гаврюсева Т.В. 2006. Морфологические изменения у молоди тихоокеанских лососей из естественных водоемов и на рыболовных заводах Камчатки. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ. 24 с.
- Гаврюсева Т.В. 2007. Патоморфологические изменения при алиментарном токсикозе у молоди тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* на Камчатке // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 9. С. 170–184.
- Гаврюсева Т.В., Бочкова Е.В., Рязанова Т.В., Сергеенко Н.В., Устименко Е.А. 2017. Влияние некоторых факторов среды на молодь кижуча *Oncorhynchus*

- kisutch* на Виллюйском ЛРЗ (Камчатка) в 2017 г. // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 45. С. 62–70.
- Грищенко Л.И., Акбаев М.Ш., Васильков Г.В. 1999. Болезни рыб и основы рыбоводства. М.: Колос. 456 с.
- Кальченко Е.И., Гаврюсева Т.В., Юрьева М.И. 2009. Физиолого-биохимические показатели молоди кеты при выращивании на импортных комбикормах // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 12. С. 58–71.
- Карманова И.В., Рудакова С.Л., Гаврюсева Т.В., Устименко Е.А., Сергеев Н.В., Линева Г.П., Корнеева С.А. 2004. Инфекционные и инвазионные возбудители болезней рыб в аквакультуре (Камчатка) // Болезни рыб. М.: Спутник. Вып. 79. С. 97–104.
- Лабораторный практикум по болезням рыб. 1983. Под ред. В.А. Мусселиус. М.: Лег. и пищ. пром-сть. 294 с.
- Линева Г.П. 2004. Паразитологические исследования икры кеты на Паратунском экспериментальном лососевом рыбноводном заводе / Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб» (Борок, 16–18 июля 2003 г.). М.: ООО «Авось-ка». С. 437–441.
- Мирзоева Л.М. 2000. Болезни рыб при промышленном выращивании. Обзорная информация // Болезни гидробионтов в аквакультуре. М.: ЦНИИТЭИРХ. Вып. 1. С. 1–60.
- Моисеев Т.И. 2009. Водная токсикология. Теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука. 400 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1984. Паразитические простейшие. Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука. Т. I. 431 с.
- Рудакова С.Л. 2003. Некроз гемопоэтической ткани у производителей нерки и предполагаемые источники инфекции // Вопр. рыболовства. Т. 4, № 1 (13). С. 93–102.
- Рудакова С.Л. 2009. Профилактика и контроль инфекционного некроза гемопоэтической ткани (ИHN) на лососевых рыбноводных заводах // Вет. практика. № 1 (44). С. 30–37.
- Рудакова С.Л., Устименко Е.А., Гаврюсева Т.В., Бочкова Е.В. 2009. Эпизоотологические проблемы на лососевых рыбноводных заводах Камчатки и пути их решения / Матер. Всерос. конф. с междунар. участием «Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке» (Красноярск, 08–12 декабря 2008 г.). Красноярск: ФГНУ НИИЭРВ. С. 131–136.
- Рудакова С.Л., Бочкова Е.В., Акбатыров А.Н. 2017. Эпизоотия инфекционного некроза гемопоэтической ткани у молоди нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) на ЛРЗ «Озерки» (Камчатка) в 2017 г. / Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: Сб. матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Петропавловск-Камчатский, 3–6 октября 2017 г.). [Электронный ресурс]. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 329–334.
- Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. 1998. М.: Отдел маркетинга АМБагро. Ч. 1. 310 с.
- Смирнов Б.П., Френкель С.Э. 2013. Характеристика питания заводской и дикой молоди кижуча (*Oncorhynchus kisutch* Walb.) в озере Большой Виллюй / Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб: Матер. докл. II Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 16–18 апреля 2013 г.). СПб. С. 384–387.
- Устименко Е.А. 2012. Бактериальные инфекции у тихоокеанских лососей при искусственном воспроизводстве на Камчатке: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. 24 с.
- Устименко Е.А., Гаврюсева Т.В., Сергеев Н.В. 2003. Признаки алиментарного токсикоза у молоди тихоокеанских лососей на рыбноводных заводах Камчатки / Матер. науч.-техн. конф. «Экологические и социально-экономические проблемы Камчатки» (Петропавловск-Камчатский, 25–27 марта 2003 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. С. 21–32.
- Устименко Е.А., Сергеев Н.В. 2017. Бактериальные патогены, потенциально опасные для тихоокеанских лососей на ЛРЗ Камчатки / Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: Сб. матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Петропавловск-Камчатский, 3–6 октября 2017 г.). [Электронный ресурс]. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 322–328.
- Факторович К.А. 1984. Алиментарные заболевания рыб / Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М.: Наука. С. 144–159.

Фомин А.В. 1996. Влияние состава кормов на рост и физиологические показатели молоди кеты и оптимизация режимов ее выращивания на рыбоводных заводах Магаданской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.: ГОСНИИОРХ. 25 с.

Чернышева Н.Б., Кузнецова Е.В., Воронин В.Н., Стрелков Ю.А. 2009. Паразитологическое исследование рыб. Методическое пособие. СПб.: ГОСНИИОРХ. 20 с.

Alaska sockeye salmon culture manual. 1994. Ed.: McDaniel T.R., Pratt K.M., Meyers T.R. et al. // Spec. l sh. Rep. No. 6. Alaska Dep. Fish Game. Div. Commer. Fish., Manag. Develop. Alaska. 40 p.

AFS-FHS FHS blue book: suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens. 2010. ed. AFS-FHS (American Fisheries Society-Fish Health Section), Bethesda, Maryland. 352 p.

Austin B., Austin D.A. 2007. Bacterial fish pathogens: disease in farmed and wild fish. Fourth Edition. Berlin: Praxis Publishing Ltd. 593 p.

Bancroft D., Stevens A., Turner D.R. 1990. Theory and practice of histological techniques. Edinburgh, London, Melbourne, New York: Churchill Livingstone Inc. 725 p.

Bergeys manual of systematic bacteriology. 2004. Ed. by G.M. Garrity, J.A. Bell, T.G. Lilburn. 2 Ed. New York: Springer. 330 p.

Ferguson H.W. 1995. Systematic pathology of fish. A text and atlas of comparative tissue responses in diseases of Teleosts. Iowa: Iowa State Univ. Press Ames. 267 p.

Fish pathology Section Laboratory Manual. 2009. Edited by T.R. Meyers // Alaska Dep. Fish and Game. Spec. Publ. No. 12. P. 1–19.

Mizuno S., Urawa S., Miyamoto M., Hatakeyama M., Saneyoshi H., Sasaki Y., Koide N., Ueda H. 2016. The Epidemiology of the Trichodinid Ciliate *Trichodina truttae* on Hatchery-reared and Wild Salmonid Fish in Hokkaido // Fish pathology. Vol. 51 (4). P. 199–209.

Post G. 1987. Textbook of fish health. Neptune City: T.F.H. Publ., Inc. Ltd. 288 p.

Sergeenko N.V., Ustimenko E.A. 2005. Characterization of strains of *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* isolated from spawning salmon in fish hatcheries on Kamchatka / Health and Diseases of Aquatic Organisms: Bilateral Perspectives. In: R.C. Cipriano, I.S. Shchelkunov (Eds.). P. 256–259.

REFERENCES

Abrosimova K.S. *Optimizatsiya kormov i kormleniya molodi osetrovyykh ryb dlya profilaktiki i lecheniya timpanii v intensivnoy akvakul'ture. Avtoreferat dissertatsii kandidata biologicheskikh nauk* [Optimization of forages and feeding of juvenile sturgeons for prevention and treatment of tympanium in intense aquaculture. Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Rostov-na Donu: Yuzhnyy nauchnyy tsentr RAN, 2015, 23 p.

Bochkova E.V. The comparative analysis of the condition of health chum salmon fingerling (*Oncorhynchus keta*) artificial and natural parentage in freshwater period of life. *Problems of Fisheries*, 2007, vol. 8, no. 3 (31), pp. 525–537. (In Russian)

Bochkova E.V., Rudakova S.L. Effects of biotechnologies, used in salmon hatchery culture on the development of epizootics of infectious necrosis of hematopoietic tissue. *Voprosy rybnogo khozyaystva Belarusi*, 2008, vol. 24, pp. 387–390. (In Russian)

Bochkova E.V. The first case of isolation of the viral agent of infectious necrosis of hematopoietic tissue in mature hatchery chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in Kamchatka. *Materialy Mezhdunarodnoi konferencii «Lososevye ryby. Biologiya, okhrana i vosproizvodstvo»* [Salmonids: biology, conservation and restoration. Materials of the International conference]. Petrozavodsk, 2017, pp. 25–26. (In Russian)

Bugaev A.V., Rastyagaeva N.A., Romadenkova N.N., Kudzina M.A., Davidyuk D.A., Gavruseva T.V., Ustimenko E.A., Bochkova E.V., Pogodaev E.G. Results of long-term biological monitoring of pacific salmon in the hatcheries of Kamchatsky Krai. *Izvestiya TINRO*, 2015, vol. 180, pp. 273–309. (In Russian)

Wedemeyer G.A., Meyer F.P., Smit J.L. *Stress i bolezni ryb* [Environmental stress and fish diseases]. Moscow, 1981, 127 p.

Gavruseva T.V. Histopathological changes in infectious hematopoietic tissue necrosis (IHN) for juvenile sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) from Malki hatchery in the period of the epidemic. *Voprosy rybolovstva*, 2004, vol. 5, no. 1 (17), pp. 132–146.

Gavruseva T.V. *Morfologicheskie izmeneniya u molodi tikhoookeanskikh lososyev iz estestvennykh vodoemov i na rybovodnykh zavodakh Kamchatki. Avtoreferat dissertatsii kandidata biologicheskikh nauk* [Morphological changes in juvenile Pacific salmon from natural waters and from salmon hatcheries of Kamchatka. Abstract

- of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Vladivostok: IBM, 2006, 24 p.
- Gavruseva T.V. Pathomorphological changes from alimentary toxicosis in juveniles of Pacific Salmon in Kamchatka. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2007, vol. 9, pp. 170–184. (In Russian with English abstract)
- Gavruseva T.V., Bochkova E.V., Ryazanova T.V., Sergeenko N.V., Ustimenko E.A. Influence of some environmental factors on juvenile coho salmon *Oncorhynchus kisutch* reared at the Vilyuisky hatchery (Kamchatka) in 2017. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2017, vol. 45, pp. 62–70. (In Russian with English abstract) doi: 10.15853/2072-8212.2017.45.62-70
- Grishchenko L.I., Akbaev M.Sh., Vasilkov G.V. *Bolezni ryb i osnovy rybovodstva* [Fish diseases and fish breeding bases]. Moscow: Kolos Publishing House, 1999, 456 p.
- Zaporozhets G.V., Zaporozhets O.M. *Lososevye rybovodnye zavody Dal'nego Vostoka v ekosistemakh Severnoy Patsifiki* [Salmon hatcheries of Far East in the North Pacific ecosystems]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2011, 268 p.
- Kalchenko E.I., Gavruseva T.V., Yuryeva M.I. Physiological and biochemical indexes of juvenile chum salmon when rearing the fishes on the imported artificial feedstuff. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2009, vol. 12, pp. 58–71. (In Russian with English abstract)
- Karmanova I.V., Rudakova S.L., Gavruseva T.V., Ustimenko E.A., Sergeenko N.V., Lineva G.P., Korneeva S.A. Infectious and parasitic agents in aquaculture (Kamchatka). *Sb. nauch. Trudov «Bolezni ryb»*, 2004, vol. 79, pp. 97–104. (In Russian)
- Musselius V.A. (Ed.) *Laboratornyy praktikum po boleznyam ryb* [Laboratory manual on fish diseases]. Moscow, 1983, 294 p.
- Lineva G.P. Parasitological studies of chum salmon egg in the Paratunsky experimental salmon hatchery. *Materialy Vserossiiskoy nauchno-prakticheskoy konferencii «Problemy immunologii, patologii i okhrany zdorov'ya ryb»* [Materials of All-Russian scientific and practical conference «Issues of immunology, pathology and health protection»]. Moscow: OOO «Avos'-ka», 2004, pp. 437–441. (In Russian)
- Mirzoeva L.M. *Bolezni ryb pri industrial'nom vyrashchivanii. Obzornaya informatsiya* [Fish diseases in hatchery culture. Overview information]. Moscow: TsNIITEIRKh, 2000, vol. 1, 60 p.
- Moiseenko T.I. *Vodnaya toksikologiya. Teoreticheskie i prikladnye aspekty* [Aquatic Ecotoxicology: Theoretical and Applied Aspects]. Moscow: Nauka, 2009, 400 p.
- Bauer O.N. (Ed) *Opredelitel' parazitov presnovodnykh ryb fauny SSSR. Paraziticheskie prosteyshie* [Key to Parasites of Freshwater Fishes of USSR. Parasitic Protozoa]. Leningrad: Nauka, 1984, vol. 1, 428 p.
- Rudakova S.L. Necrosis of Hematopoietic Tissue and Spawners of Sockeye Salmon and the Supposed Infection Sources. *Voprosy rybolovstva*, 2003, vol. 4, no. 1 (13), pp. 93–102. (In Russian)
- Rudakova S.L. Prophylactic and Control of Infectious Hematopoietic Necrosis Virus (IHN) at Salmon Hatcheries. *Veterinarnaya praktika*, 2009, no. 1 (44), pp. 30–37. (In Russian)
- Rudakova S.L., Ustimenko E.A., Gavruseva T.V., Bochkova E.V. Epizootic problems in salmon hatcheries of Kamchatka and the ways to solve them. *Materialy Vserossiiskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Problemy i perspektivy ispol'zovaniya vodnykh bioresursov Sibiri v XXI veke»* [Materials of All-Russian conference with international participation «Problems and prospects of the use of aquatic bioresources of Syberia in XXI century»]. Krasnoyarsk: FGUN NIIEV, 2009, pp. 131–136. (In Russian)
- Rudakova S.L., Bochkova E.V., Akbatyrov A.N. The epizooty of the infectious hematopoietic necrosis among juvenile sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) at the “Ozerki” salmon hatchery (Kamchatka) in 2017. *Vodnye biologicheskie resursy Rossii: sostoyanie, monitoring, upravlenie: Sb. mater. Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch 85-letiyu Kamchatskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta rybnogo khozyaystva i okeanografii* [Aquatic biological resources of Russia: state, monitoring, management. Collection of materials of All-Russian scientific conference with International participation, dedicated to the 85th anniversary of Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (October 3–6, 2017, Petropavlovsk-Kamchatsky). Scientific electronic publication of network distribution]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2017, pp. 329–334. (In Russian)

Ustimenko E.A. *Bakterial'nye infektsii u tikhookeanskikh lososey pri iskusstvennom vosproizvodstve na Kamchatke. Avtoreferat disertatsii kandidata biologicheskikh nauk* [Bacterial infections in Pacific salmon in hatchery culture in Kamchatka. Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatGTU, 2012. 24 p.

Ustimenko E.A., Gavruseva T.V., Sergeenko N.V. Signs of the alimentary toxicosis in hatchery-reared Pacific salmon in Kamchatka. *Scientific-technical conference "Ecological and socio-economic problems of Kamchatka"*. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatGTU, 2003, pp. 21–32. (In Russian)

Ustimenko E.A., Sergeenko N.V. Potentially dangerous bacterial pathogens targeting Pacific Salmon at the salmon hatcheries of Kamchatka. *Vodnye biologicheskie resursy Rossii: sostoyanie, monitoring, upravlenie: Sb. mater. Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch 85-letiyu Kamchatskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta rybnogo khozyaystva i okeanografii* [Aquatic biological resources of Russia: state, monitoring, management. Collection of materials of All-Russian scientific conference with International participation, dedicated to the 85th anni-

versary of Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (October 3–6, 2017, Petropavlovsk-Kamchatsky). Scientific electronic publication of network distribution]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2017, pp. 322–328. (In Russian)

Faktorovich K.A. Alimentary fish diseases. *Biologicheskie osnovy rybovodstva: parazity i bolezni ryb* [Biological basis of fish culture: parasites and diseases of fish]. Moscow: Nauka, 1984, pp. 144–159.

Fomin A.V. *Vliyanie sostava kormov na rost i fiziologicheskie pokazateli molodi kety i optimizatsiya rezhimov ee vyrashchivaniya na rybovodnykh zavodakh Magadanskoy oblasti. Avtoreferat disertatsii kandidata biologicheskikh nauk* [Effects of forage composition on the growth and physiological indexes of juvenile chum salmon and optimization of the growing regimes in fish hatcheries of Magadan region. Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. SPb.: GOSNIORKh, 1996, 25 p.

Chernysheva N.B., Kuznetsova E.V., Voronin V.N., Strelkov Yu.A. *Parazitologicheskoe issledovanie ryb. Metodicheskoe posobie* [Parasitological studies of fish. Methodical manual]. SPb.: GOSNIORKh, 2009, 20 p.