

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

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

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича)



Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел

**Материалы всероссийской
научно-практической конференции**

(г. Мурманск, 23-24 марта 2023 г.)

**Мурманск
2023**

УДК 597
Л 79

Л 79 **Лососевые рыбы:** биология, воспроизводство, промысел: материалы всероссийской научно-практической конференции (г. Мурманск, 23-24 марта 2023 г.) / Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича); научный редактор К.М. Соколов. – Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2023. – 524 с.

ISBN 978-5-86349-288-9

Сборник подготовлен по материалам всероссийской конференции ученых и специалистов «Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел». Организатор конференции – Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича).

Мероприятие посвящено 120-летию с начала исследований атлантического лосося на Кольском полуострове.

В книге представлены результаты работ по следующим направлениям: биология лососевых рек; история исследований; современное состояние популяций анадромных рыб; естественное и искусственное воспроизводство; аквакультура, проблемы и перспективы; паразиты и болезни рыб; биохимия и физиология; распределение и миграции; сохранение видов и их охрана; антропогенное влияние на популяции лососевых рыб; промысел анадромных рыб в различных регионах России; любительское рыболовство.

Издание предназначено для специалистов, интересующихся различными аспектами решения проблем биологии, распределения и промысла лососевых рыб России, присущих современному отечественному рыбному хозяйству.

Научный редактор канд. биол. наук К.М. Соколов

Редакционная коллегия:

*М.Ю. Алексеев, канд. биол. наук, А.В. Зубченко, д-р биол. наук,
Т.А. Карасева, канд. биол. наук, Л.И. Пестрикова, канд. биол. наук, А.В. Ткаченко*

ISBN 978-5-86349-288-9

© «ПИНРО» им. Н.М. Книповича, 2023

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ХОЛОДНОВОДНАЯ БОЛЕЗНЬ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ НА ЮГЕ РОССИИ

В.Н. Мальцев

Отдел «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО»,
г. Керчь

Аннотация. Приведена краткая научная характеристика бактериальной холодноводной болезни (BCWD), которая считается одним из наиболее значимых заболеваний лососевых рыб (Salmonidae), в том числе радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), в мире. Ее строгий ветеринарный контроль регламентирован в России, но не выполняется в полной мере. Изложены результаты эпизоотических обследований двух форелевых хозяйств Крыма, в которых в декабре 2018 г. и сентябре 2019 г. при температурах воды около 10-12 °С произошли вспышки болезней, сопровождавшиеся массовой гибелью рыб разного возраста. В одном из хозяйств кумулятивная смертность молоди достигала 96 %. Собранные нами эпизоотические, клинические, патологоанатомические и светооптические данные свидетельствуют о том, что наиболее вероятными причинами этих гибелей были вспышки бактериальной холодноводной болезни. Возможными источниками инфекции для крымских хозяйств стали посадочные материалы (икра и молодь форели), завезенные из Краснодарского края. Предполагается существование очагов BCWD на юге России, снижающих экономическую эффективность форелеводства в этом регионе. Один из способов уберечься от бактериальной холодноводной болезни и иных опасных заразных болезней на юге России, по мнению автора, – создание полносистемных форелевых хозяйств, работающих на собственном посадочном материале и ограниченно контактирующих с другими хозяйствами.

Ключевые слова: бактериальная холодноводная болезнь (BCWD), радужная форель, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Бактериальная холодноводная болезнь считается одним из наиболее значимых заболеваний культивируемых и диких лососевых рыб (Salmonidae), обитающих в пресной холодной воде, в том числе радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*; *syn. Parasalmo mykiss*). Она наносит значительные прямые и косвенные экономические ущербы товарным лососевым хозяйствам и питомникам в различных регионах мира. Так, ежегодные потери от этой болезни в США при разведении кижуча (*Oncorhynchus kisutch*) и радужной форели оценивались в 1 млн долларов (LaFrentz, Cain, 2004; Antaya, 2008). Эта болезнь, несмотря на ее высокую социально-экономическую значимость, не соответствует некоторым критериям для включения в список (listed diseases) Международного эпизоотического бюро (МЭБ) (OIE – Aquatic Animal Health Code, 2022).

Поэтому бактериальная холодноводная болезнь не подлежит обязательному контролю и декларированию странами-членами МЭБ, что способствует ее дальнейшему распространению в ходе аквакультурной деятельности (международной торговли). В России это заболевание под общим названием «миксобактериозы лососевых и осетровых рыб» включено в список особо опасных и карантинных болезней (Об утверждении перечня заразных..., 2011). В 2019 г., а затем, уже в новой редакции, в 2021 г. утверждены ветеринарные правила, ограничивающие распространение и ликвидацию очагов этой болезни в стране (Об утверждении Ветеринарных правил..., 2021). Они предусматривают строгие требования к рыбоводным хозяйствам, в которых диагностируется это заболевание, а именно: введение карантина в очаге и на прилегающей территории, запрет на посещение хозяйства посторонними лицами, запрет на дальнейшие рыбоводные работы в нем до полного его оздоровления, запрет на вывоз из него рыбы и инвентаря, недопущение попадания инфицированных рыб в естественные водоемы и прочее. Введение и снятие карантина в неблагополучном хозяйстве осуществляет руководитель субъекта РФ.

В иностранной научной литературе бактериальная холодноводная болезнь (Bacterial Cold Water Disease, = BCWD) имеет несколько синонимичных названий, например, синдром мальков радужной форели (Rainbow Trout Fry Syndrome, = RTFS), холодноводная болезнь, синдром смертности мальков радужной форели и другие (Barnes, Brown, 2011). Все эти болезни вызываются одним возбудителем – грамотрицательными скользящими бактериями, тонкими палочками *Flavobacterium psychrophilum* (syn. *Cytophaga psychrophila*, *Flexibacter psychrophilus*), относящимися к семейству Flavobacteriaceae, отряда Flavobacteriales (Type strain of..., 2023). Их размеры 0,5-1,0 × 4-10 мкм; они зависят от возраста бактерий. Высокую патогенность *F. psychrophilum* связывают с их протеолитической активностью. Показана значительная генетическая и серологическая (не менее трех серотипов) гетерогенность *F. psychrophilum*, которая взаимосвязана с их вирулентностью (Barnes, Brown, 2011; Phenotypic and genetic..., 2021). По-видимому, это обстоятельство препятствует созданию эффективной коммерческой вакцины против данного заболевания; в этом направлении ведутся интенсивные экспериментальные работы (B. Austin, D. Austin, 2016; Efficacy of a polyvalent..., 2019; Assessment of cross-protection..., 2019).

Название синдром мальков радужной форели (RTFS) чаще применяют в Европе в случаях острого течения этой болезни среди личинок (на стадии желточного мешка) и ранней молоди радужной форели (массой 0,2-2 г). У заболевшей молоди отмечают анемию, эрозии и

геморрагии на коже, увеличенная селезенка, развивается бактериальная септицемия. Смертность в зараженной партии рыб может достигать 50-80 %, и даже 95 %. При остром течении у быстро погибших рыб внешние признаки болезни могут быть слабо выраженными (What should I do..., 1995; LaFrentz, Cain, 2004; Noga, 2010; Barnes, Brown, 2011). Название бактериальная холодноводная болезнь (BCWD) появилось и первоначально чаще использовалось в Северной Америке при подостром и хроническом течении этой болезни у сеголетков и подрастающих (массой 2-10 г) особей кижуча, радужной форели и стальноголового лосося (*O. mykiss*). В настоящее время считается, что все возрастные группы лососей восприимчивы к этой болезни, причем у более взрослых рыб она протекает хронически (Starliper, 2011). На коже, чаще в районе спинного плавника и хвостового стебля, образуются эрозии и язвы с признаками некроза кожной и мышечной тканей; чаще бывают разрушены жировой и спинной, иногда хвостовой плавники; окраска тела больных рыб темнеет; у некоторых развиваются пучеглазие и слепота. Кумулятивная смертность подрастающих рыб достигает 50 % (What should I do..., 1995). В ряде случаев образуются язвы на нижней челюсти рыб, происходят побледнение и некроз жаберной ткани, глубокие язвы на теле оголяют позвоночник, развиваются системные патологии внутренних органов (анемия и очаговые некрозы тканей печени, почки, селезенки, геморрагии на кишечнике, асцит). У больных рыб разного возраста отмечаются поведенческие аномалии – отказ от пищи, плавание по спирали, вялость, потеря равновесия, состояние удушья. Одним из характерных признаков длительного хронического течения BCWD считаются различные формы искривления позвоночника рыб (сжатие или изгибы в разных частях тела), обусловленные бактериальными повреждениями костной и хрящевой тканей. Рыбы с искривленными телами, достигшие товарного размера, теряют коммерческую ценность, что приводит к дополнительным экономическим потерям. При хроническом течении этой болезни кумулятивная смертность более взрослых рыб может составлять около 10-30 % (LaFrentz, Cain, 2004; Barnes, Brown, 2011; Starliper, 2011). Важно отметить, что BCWD иногда протекает совместно с другими инфекционными болезнями, например, йерсиниозом (возбудитель *Yersinia ruckeri*), бактериальной жаберной болезнью (возбудитель *Flavobacterium branchiophilum*), инфекционным гемопоэтическим некрозом (IHN), инфекционным панкреатическим некрозом (IPN), синдромом эритроцитарных телец-включений (EIBS) (LaFrentz, Cain, 2004; Noga, 2010; Starliper, 2011), что затрудняет диагностику и лечение этих болезней.

К болезни преимущественно восприимчивы лососевые виды рыб; кроме упомянутых раньше радужной форели и кижуча, атлантический

лосось (*Salmo salar*), чавыча (*Oncorhynchus tshawytscha*), горбуша (*O. gorbuscha*), нерка (*O. nerka*), кета (*O. keta*), американская паляя (*Salvelinus fontinalis*) и другие. Ее возбудитель регистрировался в Европе также у обыкновенного угря *Anguilla anguilla*, карпа *Cyprinus carpio*, линя *Tinca tinca*, золотого карася *Carassius carassius*, плотвы *Rutilus rutilus*, речного окуня *Perca fluviatilis* и других не лососевых видов рыб (LaFrentz, Cain, 2004; Starliper, 2011). Дикие рыбы служат резервуарами инфекции. Бактерии *F. psychrophilum* могут в течение нескольких месяцев (а по некоторым данным – до 300 дней) обитать в пресном водоеме вне организма рыб (в воде, на поверхности бассейнов и труб, на водорослях), сохраняя при этом патогенность (Starliper, 2011; Loch, Faisal, 2015). Однако основным источником заражения чаще служат больные, в том числе погибшие, и инфицированные клинические здоровые рыбы. Главным путем передачи инфекции считается горизонтальный ее перенос (от рыбы к рыбе через водную среду). Этому способствуют различные повреждения кожи и жабр, а также стрессы у рыб. Зараженная рыба выделяет в воду от 10 тыс. до 100 млн бактериальных клеток в час; погибшая рыба – еще больше (Barnes, Brown, 2011).

Бактерии *F. psychrophilum* холодолюбивы; болезнь развивается при температуре воды ниже 16 °С; более тяжелые и массовые ее вспышки у форели происходят при температуре около 10 °С (LaFrentz, Cain, 2004; Starliper, 2011). Повышение или понижение температуры снижает тяжесть болезни. В неблагополучном хозяйстве вспышки BCWD могут повторяться после стрессов у рыб, сочетаясь с сезонной динамикой температур (обычно весной и осенью). Высокие показатели смертности отмечаются у рыб, зараженных вирулентными штаммами бактерий, с которыми раньше эти рыбы не контактировали.

Считается, что бактерии *F. psychrophilum* распространены повсеместно в пресных водоемах умеренного климата. Интенсивная аквакультура (лососеводство, форелеводство) часто приводит к проникновению в местную экосистему высоко вирулентных штаммов *F. psychrophilum* и их укоренению в ней. Этому способствует недостаточная эффективность общепринятых методов дезинфекции икры (после стандартной обработки йодными препаратами до 2 % икры может оставаться зараженной); имеются экспериментальные данные о вертикальной передаче *F. psychrophilum* от родителей к потомству (LaFrentz, Cain, 2004; Barnes, Brown, 2011; Starliper, 2011). Болезнь и ее возбудитель регистрировались в Европе (Дания, Франция, Англия, Финляндия), Азии (Япония, Корея), Америке (США, Канада, Чили), Австралии и других странах (LaFrentz, Cain, 2004; Barnes, Brown, 2011). Генотипирование географических изолятов *F. psychrophilum* показало, что

они распространяются по миру преимущественно благодаря аквакультурной деятельности человека (Barnes, Brown, 2011).

В России под разными названиями (бактериальная холодноводная болезнь, миксобактериоз лососей, флавобактериоз и другие) эта болезнь или ее возбудитель выявлялись на Северо-Западе (Нечаева, Евсеева, Антипова, 2004; Кузнецова, 2009; Нечаева, 2015; 2017), Дальнем Востоке (Устименко, 2012), а также в южном регионе страны (Хотева, Моисеева, 2007). В Черноморском бассейне болезнь обнаруживали у радужной форели в Турции (Kayis, Carpin, Altinok, 2009; Boyacioglu, Akar, 2012; Serological and genetic..., 2018), Грузии (Palm, 2015), на Украине (Diseases of different..., 2019). Однако, несмотря на многочисленные научные публикации о встречаемости миксобактериозов (флавобактериозов) в России, официальная ветеринарная отчетность, собираемая по форме № 3-вет, практически «не замечает» этого заболевания в стране. Так, в 2014 г. из нескольких тысяч рыбоводных хозяйств страны лишь одно считалось неблагополучным по миксобактериозу (Наумова, Наумова, Логинов, 2016). На юге России, в Ростовской области, Ставропольском и Краснодарском краях и Крыму за период с 2015 по 2018 г. эта болезнь ветслужбой не регистрировалась (ответ на наш запрос из Департамента ветеринарии МСХ РФ; ноябрь 2019 г.). Сведения об обнаружении миксобактериозов (флавобактериозов) в рыбоводных хозяйствах страны отсутствуют в обобщенных ФГБУ «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры» результатах государственного эпизоотического мониторинга предприятий аквакультуры в РФ в 2020-2022 гг. (Эпизоотическое состояние предприятий..., 2023). Официальная ветеринарная отчетность об эпизоотическом состоянии рыб (хозяйств аквакультуры) в РФ в отношении флавобактериозов не согласуется с результатами научных исследований бактериальных болезней лососевых рыб в регионах России. Настоящее исследование посвящено расследованию вспышек бактериальной холодноводной болезни в форелевых хозяйствах Крыма в контексте эпизоотической ситуации по данному заболеванию на юге России.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основанием для проведения срочных эпизоотических исследований послужили обращения к нам руководителей двух форелевых хозяйств (ферм), одно из которых расположено в северной части Крыма, другое – в центральной его части. Сообщалось о внезапных вспышках заболеваний радужной форели, сопровождавшихся массовой гибелью рыб разного возраста. Экстренные выезды в эти хозяйства были выполнены нами в

конце декабря 2018 г. (в северную часть Крыма) и сентябре 2019 г. (в центральный регион Крыма). В каждом хозяйстве были опрошены рыбоводы (собран анамнез), осмотрены выростные бассейны, лотки с инкубируемой икрой и ранней молодью, в которых происходила гибель форели. Проведен массовый клинический осмотр погибших и умирающих рыб на месте (до 100 экз. в каждом хозяйстве). Показатели смертности учитывали согласно данным рыбоводов и результатам собственных наблюдений. В каждом хозяйстве отобраны пробы умирающих и недавно погибших форелей (не менее 15 экз.), имеющих внешние признаки болезни. Их упаковывали в полиэтиленовые пакеты и доставляли в лабораторию в охлажденном состоянии (в термосумке со льдом). От времени отбора до начала лабораторных исследований патологических материалов проходило до 24 ч, что обеспечивало хорошую их сохранность и качественную диагностическую обработку.

Патологоанатомические и микроскопические исследования рыб выполняли в лабораторных условиях. Перед обследованием рыб измеряли (с точностью 1-2 мм) и взвешивали (с точностью 0,1 г). Поверхность тела, плавники, органы и ткани рыб осматривали в отраженном и проходящем свете с помощью бинокля ST-6BT или МБС-10. Отмечали и документировали внешние и внутренние патологии у рыб, сопоставляя их с описаниями известных заразных болезней лососевых рыб (Noga, 2010; Bruno, Noguera, Porre, 2013). Свежие и фиксированные мазки, а также отпечатки органов микроскопировали в проходящем свете на увеличениях от 400 до 1000х с применением биологического микроскопа Микмед-6, укомплектованного фазово-контрастным устройством Фатек М 6-7, цифровой камерой TourCam (5 Мегапикселей) и окуляр-микрометром. Фазовый контраст повышал чувствительность микроскопических исследований неокрашенных свежих мазков. Точность измерений микроскопа с применением окуляр-микрометра составляла $\pm 0,5$ мкм, а при использовании программы Tour View 3.7 она возрастала до $\pm 0,1$ мкм. В некоторых случаях подсушенные мазки фиксировали в смеси спирта и формалина (40 %-ный формалин – 5 мл, этиловый спирт 96° – 95 мл), а затем окрашивали их метиленовым синим. Результаты исследований документировали с помощью цифровой портативной камеры Casio Exilim – P 700. Выделение бактерий на питательных средах не выполняли. При постановке диагноза руководствовались рекомендациями (LaFrentz, Cain, 2004; Noga, 2010; Starliper, 2011), согласно которым светооптическое обнаружение флавобактерий в совокупности с характерными клиническими и патологоанатомическими признаками флавобактериозов является достаточным основанием для рутинной диагностики этих болезней. Учитывали также, что флавобактерии вообще и в частности

F. psychrophilum трудно поддаются выделению в культуре даже в тех случаях, когда эти бактерии в большом количестве обнаруживаются у больных рыб микроскопически (Starliper, 2011; Loch, Faisal, 2015). В таких случаях светооптический диагноз на флавобактериоз является эффективным, быстрым и достаточно чувствительным методом постановки чаще предварительного, но иногда и окончательного диагноза.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований форелевого хозяйства, работающего на артезианской воде в северной части Крыма, установлено, что посадочный материал – радужную форель навеской около 10 г и янтарную форель массой до 100 г – закупали в одном из питомников Краснодарского края. Сразу после завоза рыб в Крым, в августе 2018 г. при температуре воды выше 20 °С, у них отмечались признаки нездоровья (ежедневная повышенная гибель рыб). Лечебное кормление рыб с использованием антибиотиков (энрофлоксацин) дало положительный эффект. В декабре 2018 г., при понижении температуры воды в выростных бассейнах ниже 16 °С (после аварийной ситуации с водоподачей), смертность форели массой 10 г резко выросла (примерно в 10 раз). Болезнь охватила как радужную, так и янтарную форель. В конце декабря, при температуре воды около 11-12 °С, масштабы гибели рыб в этом хозяйстве резко выросли и составили более 100 кг с сутки (смертность в процентах не устанавливали). При клиническом осмотре рыб в бассейнах было видно, что форель была не энергичной (вялой) и плохо потребляла корм. На поверхности плавали умирающие экземпляры. На одной из линий водоподачи болезнь последовательно охватила рыб из нескольких расположенных рядом бассейнов. Это подтверждало заразную природу болезни. При лабораторных исследованиях рыб на их теле обнаружено избыточное количество серой слизи; плавники у оснований гиперемированные или разрушенные на концах; рты и жаберные крышки погибших рыб широко открыты; жабры бледные и сильно ослизненные. Некротические участки и язвы на теле и жабрах отсутствовали. Печень у некоторых рыб была темно-красного цвета, почка кровенаполнена, рыхлой консистенции, задняя часть кишечника сильно гиперемирована. При микроскопировании слизи с жабр обнаруживались многочисленные тонкие палочки (флавобактерии) размером 0,5 × 5 мкм. Во внутренних органах рыб число флавобактерий было небольшим. При обращении руководителей этого форелевого хозяйства в местную ветеринарную службу диагноз болезни не был установлен.

В ходе исследований форелевого хозяйства, расположенного на одной из горных рек в центральной части Крыма, установлено, что вспышке болезни предшествовал завоз молоди радужной форели навеской 8-10 г, а также партии икры янтарной форели из одного из частных хозяйств Краснодарского края. В предшествующие годы обследуемое хозяйство, имеющее собственный инкубационный цех, использовало для зарыбления своих производителей и полученную от них молодь форели; вспышек инфекционных болезней в нем в течение 5 лет работы не происходило. У завезенных в декабре 2018 г. из Краснодарского края рыб имелись явные признаки нездоровья: они были сильно разнородны по размерам и массе, у многих из них отсутствовали или были разрушены плавники, встречались экземпляры с искривлением тела, пучеглазием. Сразу после завоза началась гибель этих рыб. Завезенная икра при инкубировании дала очень большой отход (около 70 %); развитие эмбрионов было нестабильным; вылуплялось много уродцев. В апреле 2019 г. при температуре воды 10-12 °С смертность сеголетков радужной форели составляла около 20 % их численности; гибель рыб происходила сначала в бассейнах одной из линий водоподдачи, а потом распространилась на другую линию. В июне 2019 г. интенсивность гибели немного сократилась, при этом признаки болезни стали появляться в бассейнах с товарной форелью (400-500 г.). К 15 сентября 2019 г. отход товарной рыбы достигал около 90 кг в сутки. У заболевших взрослых рыб отмечались такие же внешние признаки болезни, как и у молоди: вялость, потемнение тела, поражение жабр, образование в них белых омертвевших участков, появление на жабрах обильной слизи, иногда вместе с кровью. Погибшие рыбы имели широко раздвинутые жаберные крышки и раскрытые рты, что свидетельствовало об их гибели от удушья. Кумулятивная смертность товарных рыб составляла около 10-15 %. Закупаемые в августе и сентябре 2019 г. дополнительные партии молоди радужной и янтарной форели навеской до 10 г, имевшие при завозе клинически здоровый вид, после нескольких недель выращивания заболевали и начинали массово гибнуть. В конце сентября 2019 г. месячные показатели смертности радужной форели составляли 36 %, янтарной форели – 96 %. Проведенные нами в конце сентября 2019 г. обследования хозяйства подтвердили масштабы непрекращающейся гибели молоди и товарных рыб. Температура воды в бассейнах в это время составляла 10 °С. При клиническом осмотре янтарной и радужной форели обнаружена значительная доля рыб с повреждениями плавников, искривлениями тела, пучеглазием, аномально раздвинутыми жаберными крышками, из-под которых виднелись воспаленные и ослизненные жабры. Больная рыба была вялой, плохо потребляла корм. При лабораторных

исследованиях больных рыб установлено, что поверхность их тела сильно ослизнена, особенно в районе плавников; из-за избыточной слизи тело рыб имело не яркую, а сероватую (матовую) окраску. Плавники некоторых рыб были воспалены, частично или полностью разрушены; наиболее часто были повреждены брюшные, спинной и хвостовой плавники. Язвы на теле отсутствовали. У молоди брюшко было слегка раздутым (признаки асцита), жабры распухшими (отечные), воспаленными и обильно покрытыми серой слизью. У некоторых молодых рыб вся жаберная ткань была омертвевшей (некротичной), представляя сгусток серой слизи. У отдельных рыб не только жабры, но и кожа нижней челюсти была омертвевшей. Печень имела серую или серо-розовую (бледную) окраску; ее края были гиперемированы. У мелких рыб патологии печени были сильнее выражены, чем у крупных. Селезенка часто увеличена в размере, рыхлой консистенции, содержала черноватые гемосидериновые включения. Почки радужной форели были переполнены кровью, с обильными гемосидериновыми включениями; у янтарной форели они чаще были анемичными с рыхлой тканью. Кишечник рыб был воспален либо в конечной части, либо по всей его длине; чаще он не содержал пищи и был заполнен желтой слизью, которая окрашивала брюшные стенки и жировую ткань полости тела. При микроскопировании мазков слизи с тела, жабр и внутренних органов в них обнаруживались многочисленные тонкие палочки (флавобактерии) размером $0,5 \times 5$ мкм.

Результаты патологоанатомических и микроскопических исследований больных рыб указывали на то, что мы имели дело с системной флавобактериальной инфекцией. Срочное применение против этой инфекции антисептических (перманганат калия) и антибактериальных ванн, а также использование кормов с антибиотиками (ципрофлоксацин, фуразолидон) дали быстрый положительный эффект. Интенсивность и масштабы гибели рыб после начала лечения резко сократились, но их гибель не прекратилась полностью. Введение в хозяйство более жестких санитарных мер (дезинфекция бассейнов и инвентаря, установка дополнительных дезинфекционных ковриков, рукомойников, обеззараживание спецодежды и прочее) помогло погасить очаг заболевания, однако не ликвидировало его полностью. Гибель форели с такими же клиническими признаками, но с меньшими масштабами (не более 5-10 % в бассейне) повторилась в этом хозяйстве в марте, а затем в сентябре 2020 г. При этом товарная продуктивность этого форелевого хозяйства в течение года после инфицирования снизилась примерно в два раза, что существенно уменьшило его экономическую эффективность.

Представленные выше результаты исследований показывают, что наиболее вероятной причиной острых вспышек заболеваний радужной

форели в Крыму является ее заражение вирулентными флавобактериями *F. psychrophilum* – возбудителями бактериальной холодноводной болезни. Возможна их ассоциация с возбудителями бактериальной жаберной болезни (флавобактериями *F. branchiophilum*); об этом свидетельствует тяжелое поражение, кроме кожных покровов, жабр рыб. Эти два патогена рыб имеют одинаковую морфологию и размеры клеток; вызывают болезни со сходными признаками. О вспышках BCWD в Крыму свидетельствует также то обстоятельство, что болезнь массово появлялась при температурах воды около 10-12 °С, которые являются оптимальными для этой болезни, и затухала при более высоких и низких температурах. В одном из хозяйств эта болезнь дала повторные сезонные вспышки, что характерно для BCWD.

В хозяйстве, расположенном в центральной части Крыма, болезнь протекала как в форме RTFS (массовая гибель личинок и ранних мальков), так и в форме BCWD (подострая и хроническая болезнь сеголетков и взрослых рыб). Зарегистрированные нами острые формы течения болезни у ранней молодежи рыб с показателями смертности до 90 %, хроническое ее течение у товарных рыб со смертностью около 15 %, а также клинические и патологоанатомические признаки болезни у молодежи и взрослых рыб во многом соответствовали научным описаниям бактериальной холодноводной болезни. В органах и тканях больных рыб светооптически хорошо обнаруживались многочисленные флавобактерии с характерными для *F. psychrophilum* размерами.

Предположение о вирусной этиологии болезни форели в Крыму (например, IHN, IPN, EIBS и других) было отвергнуто нами в связи с явным несоответствием наблюдаемых нами признаков болезней и таковых, свойственных упомянутым выше вирусным инфекциям. Версия о вспышке вирусной инфекции не поддерживается также тем, что заболевание форели в Крыму эффективно контролировалось антисептическими и антибактериальными лекарственными препаратами, чего при вирусных инфекциях не наблюдается.

В пользу поставленного нами диагноза также свидетельствует то, что у завезенных из Краснодарского края в Крым рыб, которые, на наш взгляд, стали источником инфекции, уже во время завоза имелись характерные для хронического течения BCWD признаки: искривление позвоночника, экзофтальм, потемнение тела, разрушение плавников и другие. Кроме того, к нам поступали устные сообщения из нескольких форелевых хозяйств Краснодарского края и Северной Осетии, сопровождаемые фотографиями, о том, что в этих хозяйствах в последние годы у рыб наблюдались массовые деформации позвоночника (у товарных рыб – до 25-30 % их численности). Это, а также результаты наших исследований дают нам

основания считать бактериальную холодноводную болезнь достаточно широко распространенной, а возможно и энзоотичной на юге России. О присутствии BCWD в черноморском регионе свидетельствуют также научные публикации о его частом обнаружении в форелевых хозяйствах Турции, подозрении на него в Грузии. Высокая тяжесть эпизоотий, наблюдаемых нами в форелевых хозяйствах Крыма, указывает на то, что в Крым могли попасть вирулентные штаммы *F. psychrophilum*, для которых иммунитет у местных популяций форели пока отсутствует.

У нас вызывает озабоченность то обстоятельство, что официальная ветеринарная отчетность не регистрирует очаги флавобактериозов рыб в России в целом и на юге страны в частности. По-видимому, именно это стало основанием для выдачи официальных ветеринарных сопроводительных документов на партии икры и молоди радужной форели, доставленные в Крым, которые, на наш взгляд, стали источником заражения для крымских хозяйств. Нужно иметь в виду, что завоз икры, хотя и уменьшает риски переноса опасных инфекций рыб, но даже после обработки лекарственными дезинфицирующими препаратами не гарантирует ее полное обеззараживание от возбудителей BCWD.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные в настоящей статье данные указывают на существование в южном регионе России, в Крыму и Краснодарском крае очагов бактериальной холодноводной болезни, способной вызывать масштабные эпизоотии и наносить форелеводству значительные ущербы. В южном регионе России (в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне) ежегодно выращивается около 800 т товарной форели; в этой индустрии задействованы более 20 товарных ферм. Их экономические потери могут быть обусловлены не только высокой смертностью рыб во время вспышек этой болезни у молоди (до 90 %), снижающей общую товарную производительность хозяйств (почти в два раза), но и обязательными противоэпизотическими (карантинными, диагностическими и лечебными) мероприятиями, предусмотренными для неблагополучных хозяйств новым ветеринарным законодательством РФ. Эта болезнь трудно поддается лечению, особенно учитывая ограниченность лекарственных препаратов, которые официально разрешены к использованию в России. Лечение рыб от флавобактериозов также затруднено способностью бактерий быстро вырабатывать устойчивость к применяемым антибиотикам. В этой связи основным методом контроля этого заболевания мы считаем его профилактику (предотвращение, недопущение проникновения в благополучное хозяйство). Это затрудняется отсутствием объективной эпизоотической

картины, достоверно характеризующей распространение флавобактериозов рыб в стране, которая должна быть (но не отражена) в официальной ветеринарной отчетности. Одним из способов уберечься от бактериальной холодноводной болезни и иных опасных болезней на юге России, на наш взгляд, является создание полносистемных форелевых хозяйств, работающих на собственном посадочном материале, дающем возможность минимально контактировать с другими потенциально небезопасными хозяйствами и питомниками, в том числе иностранными. Производителей (ремонтно-маточное стадо) желательно регулярно обследовать высокочувствительными методами молекулярной диагностики (скрининг) и своевременно выбраковывать инфицированных рыб. Мы не согласны с мнением о том, что флавобактериозы вообще, а холодноводная бактериальная болезнь в частности являются не основными, а вторичными инфекциями, а поэтому не заслуживают строгого ветеринарного контроля над ними (Воронин, Кудрявцева, Печенкина, 2022). Это точка зрения противоречит приведенным в настоящей статье результатам наших исследований и литературным данным, характеризующим международный опыт борьбы с этими болезнями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Воронин, В.Н. Миксобактериозы лососевых и осетровых рыб. Комментарии к приказу МСХ РФ № 644 от 22.09.2021 г. / В.Н. Воронин, Т.М. Кудрявцева, А.А. Печенкина // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2022. – № 1. – С. 38-41.

Кузнецова, Е.В. Болезни рыб в садковых хозяйствах Ленинградской области / Е.В. Кузнецова // Проблемы ихтиопатологии в начале XXI века (к 80-летию создания лаборатории болезней рыб ФГНУ «ГосНИОРХ»): сборник научных трудов Государственного НИИ озерного и речного рыбного хозяйства / Государственный НИИ озерного и речного рыбного хозяйства. – СПб., 2009. – Т. 338. – С. 110-115.

Наумова, А.М. Эпизоотологический мониторинг рыбоводных хозяйств и рыбопромысловых водоемов России / А.М. Наумова, А.Ю. Наумова, Л.С. Логинов // Труды ВНИРО. – 2016. – Т. 162. – С. 97-103.

Нечаева, Т.А. Флавобактериозы радужной форели в установках замкнутого водоснабжения / Т.А. Нечаева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 4. – С. 68-71.

Нечаева, Т.А. Эпизоотическое состояние форелевых хозяйств Северо-Западного региона России и современные методы их

оздоровления / Т.А. Нечаева // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – №. 9. – С. 59-64.

Нечаева, Т.А. Бактериальные болезни радужной форели в условиях рыбоводных хозяйств Северо-Запада России / Т.А. Нечаева, Н.В. Евсеева, Н.А. Антипова // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб: расширенные материалы Всероссийской научно-практической конференции (Борок, 16-18 июля 2003 г.). – Москва, 2004. – С. 420-429.

Об утверждении перечня заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин). Приказ Минсельхоза РФ № 476 от 19 декабря 2011 г. (с изменениями на 25 сентября 2020 года). – Текст: электронный // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902324591> (дата обращения 31.01.2023).

Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, лечебных, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов миксобактериозов лососевых и осетровых рыб». Приказ Минсельхоза РФ № 644 от 22 сентября 2021 г. – Текст: электронный // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/726583027> (дата обращения 31.01.2023).

Устименко, Е.А. Бактериальные инфекции у тихоокеанских лососей при искусственном воспроизводстве на Камчатке: специальность 03.02.06 – «Ихтиология»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Е.А. Устименко. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 22 с.

Хотева, Г.М. Эпизоотический мониторинг форелеводческих хозяйств южного региона России / Г.М. Хотева, Е.В. Моисеева // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов-2: расширенные материалы Международной научно-практической конференции (Борок, 17-20 июля 2007 г.). – М: Россельхозакадемия, 2007. – С. 288-290.

Эпизоотическое состояние предприятий аквакультуры. – Текст: электронный // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный центр безопасности продукции водного промысла и аквакультуры». – URL: <http://fishquality.ru/epizooticheskoe-sostoyanie-predpriyatiy-akvakultury/> (дата обращения 31.01.2023).

Antaya, C.L. Current eco-economical impacts of *Flavobacterium psychrophilum* / C.L. Antaya // MMG 445 Basic Biotechnology eJournal. – 2008. – Vol. 4. – № 1. – P. 16-21.

Assessment of cross-protection to heterologous strains of *Flavobacterium psychrophilum* following vaccination with a live-attenuated coldwater disease immersion vaccine / J. Ma, T.J. Bruce, P.S. Sudheesh [et al.]. – DOI 10.1111/jfd.12902 // Journal of fish diseases. – 2019. – 42 (1). – P. 75-84.

Austin, B. Bacterial fish pathogens: disease of farmed and wild fish / B. Austin, D.A. Austin. Sixth Edition. – Springer International Publishing Switzerland, 2016. – 732 p.

Barnes, M.E. A review of *Flavobacterium psychrophilum*: biology, clinical signs, and bacterial cold water disease prevention and treatment / M.E. Barnes, M.L. Brown. – DOI 10.2174/1874401X01104010040 // Open Fish Science Journal. – 2011. – Vol. 4. – P. 40-48.

Boyacioglu, M. Isolation of *Flavobacterium psychrophilum* causing rainbow trout fry syndrome and determination of an effective antibacterial treatment in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry / M. Boyacioglu, F. Akar. – DOI 10.9775/kvfd.2011.5254 // Kafkas Univ Vet Fak. – 2012. – 18(2). – P. 197-203.

Bruno, D.W. A colour atlas of salmonid diseases / D.W. Bruno, P.A. Noguera, T.T. Poppe. – Springer Science & Business Media. Second Edition, 2013. – 211 p.

Diseases of different aetiologies in salmonids in Ukraine / N. Matvienko, M. Maistrenko, L. Buchatsky, A. Didenko. – DOI 10.6001/biologija.v65i4.4121 // Biologija. – 2019. – Vol. 65, No 4. – P. 273-282.

Efficacy of a polyvalent injectable vaccine against *Flavobacterium psychrophilum* administered to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* L.) / R. Hoare, S.J. Jung, T.P. Ngo [et al.]. – DOI 10.1111/jfd.12919 // Journal of fish diseases. – 2019. – 42 (2). – P. 229-236.

Kayis, S. Bacteria in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Southern Black Sea Region of Turkey – a survey / S. Kayis, E. Capkin, I.I. Altinok // The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh. – 2009. – 61(4). – P. 339-344.

LaFrentz, B.R. Bacterial coldwater disease. Department of Fish and Wildlife Resources and the Aquaculture Research Institute / B.R. LaFrentz, K.D. Cain. – University of Idaho, Moscow. – 2004. – 9 p.

Loch, T.P. Emerging flavobacterial infections in fish: a review / T.P. Loch, M. Faisal. – DOI 10.1016/j.jare.2014.10.009 // Journal of advanced research. – 2015. – Vol. 6. – № 3. – P. 283-300.

Noga, E.J. Fish diseases. Diagnosis and treatment / E.J. Noga. 2nd ed. – Wiley-Blackwell Publishing, 2010. – 519 p.

OIE – Aquatic Animal Health Code (2022). – Текст: электронный // World Organisation for Animal Health, Founded as OIE. – URL.: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code-online-access/> (дата обращения 31.01.2023).

Palm, R.C. Republic of Georgia – Rainbow Trout Production and Disease Management / R.C. Palm. – Manuscript, 2015. – 21 p.

Phenotypic and genetic characterization of *Flavobacterium psychrophilum* recovered from diseased salmonids in China / S. Li, J. Chai, C. Knupp [et al.]. – DOI 10.1128/Spectrum.00330-21 // Microbiology Spectrum. – 2021. – 9(2), e00330-21.

Serological and genetic characterization of *Flavobacterium psychrophilum* isolated from farmed salmonids in Turkey / I.B. Saticioglu, M. Duman, T. Wiklund, & , S. O. N. E. R. Altun. – DOI 10.1111/jfd.12901 // Journal of fish diseases. – 2018. – 41(12). – P. 1899-1908.

Starliper, C.E. Bacterial coldwater disease of fishes caused by *Flavobacterium psychrophilum* / C.E. Starliper. – DOI 10.1016/ j.jare.2010.04.001 // Journal of Advanced Research. – 2011. – Vol. 2. – № 2. – P. 97-108.

Type strain of *Flavobacterium psychrophilum* at BacDive – the Bacterial Diversity Metadatabase. – Текст: электронный // BacDive. The worldwide largest database for standardized bacterial information. – URL.: <https://bacdive.dsmz.de/strain/5529> (дата обращения 31.01.2023).

What should I do? A practical guide for fresh water fish farmer / H.J. Schlotfeldt, D.J. Alderman, F. Baudin-Laurencin [et al.]. – Published the European Association of Fish Pathologists. – Hannover, Germany, 1995. – 60 p.