УДК 57.017.68:597.552.5:639.3 (470.22)

Случай гибели сигов на одном из рыбоводных хозяйств Карелии

А.Н. Паршуков[1], Н.А. Головина[2], Н.Н. Романова[2], П.П. Головин[2], М.В. Михайлова[3]

[1] Институт биологии Карельского научного центра РАН (ФГБУН «ИБ КарНЦ РАН»), г. Петрозаводск

[2] Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства (ФГБНУ «ВНИИПРХ»), Московская обл., п. Рыбное

[3] Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича (ФГБНУ «ИБМХ»), г. Москва
E-mail: aleksey.nik.parshukov@gmail.com

В летне-осенний период 2012 г. на садковой ферме Ладожского озера зарегистрировали высокую смертность двухлетков сига муксуна (*Coregonus muksun*). Установлено, что исследованные в сентябре рыбы не имели клинико-патологических признаков какого-либо инвазионного заболевания, однако при вскрытии практически у всех особей обнаружили инфильтрацию желчи из желчного пузыря в полость тела и в кишечник. По токсикологическим характеристикам применявшийся корм показал свою непригодность в рыбоводных целях. В декабре 2012 г. при клиническом осмотре сигов выявили точечные кровоизлияния у основания плавников и на стенках кишечника, средний и задний отделы которого были особенно воспалены. Показано, что в ходе паразитологического анализа у 15% сигов обнаружили нетипичную локализацию (в полости сердца) плероцеркоидов *Diphyllobothrium dendriticum*. Изученный в декабре корм не проявлял токсического действия. Предположено, что изменение условий обитания рыб при их искусственном содержании в садковых хозяйствах нарушает исторически сложившиеся связи между паразитом и хозяином, что приводит к расширению мест локализации паразита в организме хозяина.

Ключевые слова: сиг муксун *Coregonus muksun*, садковая пресноводная аквакультура, недоброкачественные корма, дифиллоботриоз.

Введение

Разведение ценных видов рыб, таких как сиги и форель, в садковых хозяйствах Карелии является перспективным направлением развития рыбохозяйственной отрасли на Северо-Западе России [Рыжков и др., 2007].

Благодаря использованию в аквакультуре искусственных гранулированных кормов, обладающих высокой пищевой ценностью, удаётся достигнуть больших объёмов выращивания рыбы за сравнительно короткий срок. Однако при этом обязательным условием, обеспечивающим гарантированный уровень безопасности комбикормов, является доступность качественного сырья на всех этапах производства, а также соблюдение сроков и правил хранения на рыбоводном предприятии. Испорченные корма могут стать причиной нарушения липидного обмена у рыб и при длительном употреблении вызывать жировую дегенерацию печени, ане-

мию и массовую гибель [Титарев, 1980; Бурлаченко, 2008; Остроумова, 2009].

Экономическая эффективность и финансовые показатели рыбоводных хозяйств зависят также от эпизоотического контроля, уровня иммунитета у рыб и условий их содержания в садках. Применение индустриальных методов при выращивании объектов аквакультуры может привести к усложнению эпизоотической ситуации. Вследствие высокой плотности посадки в садках и использования недоброкачественных кормов происходит общее снижение защитных сил организма рыб и появление не только незаразных (алиментарных) болезней, но и патологий различной природы [Wedermeyer, 1997; Рыжков, 2010]. К одному из заболеваний, представляющих опасность для культивируемых рыб, следует относить дифиллоботриоз, возбудителями которого являются плероцеркоиды рода *Diphyllobothrium*. На многих территориях Северо-Западного региона дифиллоботрииды обнаружены у диких млекопитающих, птиц, а также у лососёвых, сиговых и корюшковых рыб, что указывает на существование природных очагов, имеющих эпидемиологическое значение [Розенберг, 1977; Пронин, Санжиева, 1990; Пронин и др., 2009].

У лососёвых и сиговых рыб широко распространённым возбудителем дифиллоботриоза является *Diphyllobothrium dendriticum* (Nitzsch, 1924) — лентец чаечный. Впервые природный очаг этого паразита описан Т.П. Чижовой и П.Б. Гофманом-Кадошниковым [1960] на оз. Байкал. Затем природные очаги дифиллоботриоза чаечного были выявлены в Карелии, Киргизии, Тюменской, Архангельской областях, на Таймыре и др. У людей *D. dendriticum*, кроме района озера Байкал, обнаружен в Тюменской области, Тувинской области, на Таймыре, за рубежом — на Аляске [Сердюков, 1979; Rausch, Hilliard, 1970].

Имеющиеся данные по патологии и эпизоотологии дифиллоботриоза преимущественно относятся к заболеванию, не приводящему к скоротечной гибели рыб. Обычно плероцеркоиды локализуются в капсулах на пищеводе, желудке, пилорических придатках, гонадах, редко в печени рыб. С развитием пресноводной аквакультуры за рубежом и в России накапливаются данные, которые свидетельствуют об изменении мест локализации паразита в хозяине, например, в случае с плероцеркоидами *D. dendriticum* в сердце у форели при выращивании в садках. Такое паразитирование приводит к разрыву предсердия, выходу плероцеркоидов в околосердечную сумку и прекращению кровотока, что неминуемо провоцирует гибель рыб [Hoffman, Dunbar, 1961; Rahkonen et al., 1996; Евсеева, Хлунов, 2008].

В данной работе содержатся материалы о встречаемости плероцеркоидов *D. dendriticum* в полости сердца у разводимого в аквакультуре Карелии сига муксуна, а также токсикологическом анализе применявшихся на предприятии кормов.

Материал и методика

Ихтиопатологический материал собирали в сентябре и декабре 2012 г. на садковом хозяйстве в северной части Ладожского озера, Республика Карелия. Методом неполного паразитологического вскрытия [Быховская-Павловская, 1985] изучили 27 экз. сигов *Coregonus muksun* (Pall., 1814). У рыб измеряли массу (г) и общую длину тела (АВ). Для количественной характеристики заражённости рыб паразитами использовали показатели экстенсивности инвазии (ЭИ) и средней интенсивности заражения (экз. на рыбу).

Учитывая патоморфологические изменения в кишечнике и других внутренних органах у сигов для диагностики кормового токсикоза была проведена экспресс-оценка используемых кормов (9 проб) на токсичность в соответствии с ГОСТ Р 52337–2006 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности». Биотестирование сделали на водно-ацетоновых и водных экстрактах с целью идентификации липофильных и гидрофильных токсинов.

Результаты и обсуждение

Сиги (n = 10 экз., средним весом 98,0 г), доставленные в сентябре 2012 г. в свежем охлаждённом виде (в пакете со льдом) в лабораторию, не имели клинико-патологических признаков какого-либо инвазионного заболевания. При микроскопии соскобов с поверхности тела и жабр, а также внутренних органов и содер-

жимого кишечников паразитов не обнаружено. У одной из особей была слабо заметная желтизна на коже головы, у трёх — желтоватые выделения из анального отверстия. Жабры у всех рыб естественного красного цвета. У 8 особей патоморфологические изменения и повреждения отсутствовали, у двух особей на жаберных лепестках были единичные точечные кровоизлияния. При вскрытии у рыб обнаружили инфильтрацию желчи из желчного пузыря в полость тела и в кишечник (у отдельных рыб вплоть до ануса), кишечники пустые, со слизью желтоватого цвета, желчный пузырь без патологии и немного увеличен за счёт переполнения желчью, что обычно возникает, когда рыба не питается. Подобные клинико-патологические изменения возможны при использовании недоброкачественных (токсичных) кормов или таком паразитарном заболевании как хлоромиксоз, но данные паразиты у рыб не были обнаружены.

По токсикологическим характеристикам корма, исследованные в сентябре 2012 г. (6 проб), показали непригодность для использования в рыбоводных целях. Водные экстракты первых 3-х образцов проявляли слабую токсичность, тогда как остальные 3 были токсичными. Водно-ацетоновые экстракты всех 6 проб кормов имели токсические свойства, о чём свидетельствовал 100% лизис инфузорий в течение 20—30 минут после добавления экстракта.

В декабре 2012 г. при клиническом осмотре сигов (n = 17 экз., средним весом 82,3 г), поступивших в лабораторию также в свежем виде, были выявлены точечные кровоизлияния на рыле, у основания грудных и брюшных плавников (у 40% рыб), кровоизлияния в глазное яблоко и слабовыраженное покраснение ануса (24%). При патолого-анатомическом вскрытии отмечены изменения во внутренних органах: стенки кишечника у всех рыб с кровоизлияниями, средний и задний отделы воспалены; печень немного анемичная, дряблой консистенции. У 15% рыб при осмотре сердца были выявлены плероцеркоиды *D. dendriticum* (интенсивность инвазии — 1 экз/рыбу). Кроме того, у 8 рыб (46%) в печени были обнаружены цисты размером 3×3 мм желтовато-белого цвета с плероцеркоидами. Интенсивность инвазии составила от 1 до 3 экз/рыбу. У одного экземпляра рыбы (самого мелкого из осмотренных сигов, массой 15,5 г) на печени выявлены 3 метацеркарии трематоды *Ichthyocotylurus erraticus* и 1 экз. дифиллоботрииды в печени. В хрусталиках глаз у 62% обследованных рыб обнаружены метацеркарии трематод р. *Diplostomum* и *Tylodelphys*. Заражённость этими паразитами составляла от 1 до 7 экз/рыбу с преобладанием диплостом. У 23% рыб хрусталики были белого цвета.

Водно-ацетоновые экстракты всех 3-х проб кормов, исследованных в декабре 2012 года, не проявляли токсических свойств, о чём свидетельствовала выживаемость инфузорий в диапазоне 70—100% после одночасового экспонирования. Из водных экстрактов только для образца № 1 отметили слабую токсичность, остальные 2 были нетоксичными.

Рассмотренный случай гибели сига является наглядным примером последствий неправильного ведения рыбоводной деятельности. Доброкачественные корма и благоприятные условия содержания рыбы в садках выступают главным фактором успешного выращивания объектов аквакультуры. Использование в течение длительного периода непригодных кормов в ситуации с сигом на садковой ферме Ладожского озера ослабило иммунный статус выращиваемых рыб и в дальнейшем повлекло за собой их массовую гибель. На фоне низкой сопротивляемости организма проявились клинические признаки инфекционных и инвазионных патологий, которые следует рассматривать как вторичные процессы, принимая во внимание, что смертность муксунов в декабре не наблюдалась. В августе она составляла 11,2%, в сентябре — 26,4%.

Также стоит отметить, что садковые хозяйства выступают уникальным местом, где можно получить данные о встречаемости новых видов паразитов и успеть зарегистрировать факт локализации в нетипичном месте. В настоящее время сведения о находках цестод в полости сердца у диких рыб в местах их естественного местообитания могут отсутствовать из-за моментальной смерти хозяина вследствие закупорки кровеносного просвета. Поэтому не исключается и такой вариант, что случаи про-

никновения дифиллоботриид в полость сердца у сигов может быть достаточно распространённым природным явлением, но вероятность обнаружения его в этих условиях крайне низкая.

В целях проведения паразитологического контроля на рыбном хозяйстве совместно с представителями госветслужбы района разрабатывался и внедрялся план лечебно-профилактических и карантинных мероприятий, направленный против распространения дифиллоботриоза.

Заключение

Наиболее вероятной причиной гибели сигов в садковом хозяйстве Ладожского озера в летне-осенний период без ярко выраженной клинической картины какого-либо инвазионного заболевания явился токсический фактор (кормовой или водный), что подтверждается анализом кормов и длительным периодом их использования на предприятии. Это может снижать иммунный барьер у рыб и способствовать расширению мест обитания в организме хозяина плероцеркоидов *D. dendriticum*. В сентябре у муксуна при паразитологическом исследовании не были обнаружены экто- и эндопаразиты, в то время как в декабре у 15 % сигов зарегистрированы в полости сердца плероцеркоиды *D. dendriticum*.

В настоящее время отсутствуют эффективные методы терапии против дифиллоботриумов, поэтому для поддержания эпизоотического благополучия хозяйств необходим тщательный ветеринарный контроль как завозимого рыбопосадочного материала, так и в процессе выращивания сиговых рыб в озёрах, которые являются природными очагами дифиллоботриозов.

Благодарность

Авторы выражают свою благодарность Л.В. Аникиевой за ценные исправления и замечания при чтении рукописи.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания (Тема № 0221–2014–0030).

Литература

Бурлаченко И.В. 2008. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб. М.: Изд-во ВНИРО. 183 с.

Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука. 131 с.

ГОСТ Р 52337–2006. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности.

Евсеева Н.В., Хлунов О.В. 2008. Нетипичная локализация плероцеркоидов *Diphyllobothrium dendriticum* в сердце радужной форели как причина смертности рыб // Биоразнообразие и экология паразитов наземных и водных ценозов. Материалы международной научной конференции, посвященной 130-летию со дня рождения академика К.И. Скрябина. М. С. 115–118.

Пронин Н.М., Пронина С.В., Кутырев И.А. 2009. Структура Байкальского природного очага дифиллоботриоза и взаимоотношения *Diphyllobothrium dendriticum* с дефинитивными хозяевами // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». Т. 2. № 1. С. 53–56.

Пронин Н.М., Санжиева С.Д. 1990. Распределение плероцеркоидов дифиллоботриид в популяциях оз. Байкал // Паразиты и болезни гидробионтов Ледовитоморской провинции. Новосибирск: Наука. С. 140–148.

Розенберг А.И. 1977. Дифиллоботрииды и дифиллоботриозы, имеющие медико-ветеринарное значение. Указатель отечественной и иностранной литературы 1958–1972. Петрозаводск, Карелия. 302 с.

Рыжков Л.П., Нечаева Т.А., Евсеева Н.В. 2007. Садковое рыбоводство — проблемы здоровья рыб. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. 120 с.

Рыжков Л.П. 2010. Садковая аквакультура — перспективы и пути развития // Садковое рыбоводство. Состояние и проблемы развития: Материалы международной конференции. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. С. 3–7.

Сердюков А.М. 1979. Дифиллоботрииды Западной Сибири. Новосибирск: Наука. 120 с.

Остроумова И.Н. 2009. Вызывает ли избыток углеводов в кормах жировую дегенерацию печени у рыб? // Проблемы ихтиопатологии в начале XXI века. Сборник научных трудов. Вып. 338. СПб. С. 141–149.

Титарев Е.Ф. 1980. Форелеводство. М.: Изд-во Пищевая промышленность. 168 с.

Чижова Т.П., Гофман-Кадошников П.Б. 1960. Природный очаг дифиллоботриоза на Байкале и его структура // Мед. паразитология и паразитар. болезни. Т. 29. Вып. 2. С. 165–176.

Hoffman G.L., Dunbar C.E. 1961. Mortality of eastern brook trout caused by plerocercoids (Cestoda: Pseudophyllidea: Diphyllobothriidae) in the heart and viscera // J. Parasitology. Vol. 47. P. 399–400.

Rahkonen R., Aalto J., Koski P., Särkkä J., Juntunen K. 1996. Cestode larvae *Diphyllobothrium dendriticum* as a cause of heart disease leading to mortality in hatchery-reared sea trout and brown trout // Disease of Aquatic Organisms. Vol. 25. P. 15–22.

Rausch R.L., Hilliard D.K. 1970. Studies on the helminth fauna of Alaska. XLIX. The occurrence of *Diphyllobothrium latum* (Linnaeus, 1758) (Cestoda: Diphyllobothriidae) in Alaska, with notes on other species // Can. J. Zool. Vol. 48. P. 1201–1212.

Wedermeyer G.A. 1997. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. Fish Stress and Health in Aquaculture, Society for Experimental Biology Seminar Series. Vol. 62. P. 35–72.

References

Burlachenko I.V. 2008. Aktual'nyye voprosy bezopasnosti kombikormov v akvakul'ture ryb. [Topical problems of the mixed feed safety in fish farming]. M.: Izd-vo VNIRO. 183 s.

Bykhovskaya-Pavlovskaya I. Ye. 1985. Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniyu. [Parasites of fish. Study Guide]. L.: Nauka. 131 s.

GOST R52337–2006 Korma, kombikorma, kombikormovoye syr'ye. Metody opredeleniya obshchey toksichnosti. [Feed, mixed feed, feed compound. Methods for determining total toxicity].

Yevseyeva N.V., Khlunov O.V. 2008. Netipichnaya lokalizatsiya plerotserkoidov *Diphyllobothrium dendriticum* v serdtse raduzhnoy foreli kak prichina smertnosti ryb. [Atypical localization of *Diphyllobothrium dendriticum* plerocercoids in heart of rainbow trout as a cause of fish mortality]. // Bioraznoobraziye i ekologiya parazitov nazemnykh i vodnykh tsenozov. Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 130-letiyu so dnya rozhdeniya akademika K.I. Skryabina. M. S. 115–118.

Pronin N.M., Pronina S.V., Kutyrev I.A. 2009. Struktura Baykal'skogo prirodnogo ochaga difillobotrioza i vzaimootnosheniya *Diphyllobothrium dendriticum* s definitivnymi khozyayevami. [Structure of the Baikal natural focus of diphyllobothriasis and the relationship between *Diphyllobothrium dendriticum* and definitive hosts]. // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Biologiya. Ekologiya». T. 2. № 1. S. 53–56.

Pronin N.M., Sanzhiyeva S.D. 1990. Raspredeleniye plerotserkoidov difillobotriid v populyatsiyakh oz. Baykal. [Distribution of plerocercoids of diphyllobothriids in the populations of Lake Baikal]. // Parazity i bolezni gidrobiontov Ledovitomorskoy provintsii. Novosibirsk: Nauka. S. 140–148.

Rozenberg A.I. 1977. Difillobotriidy i difillobotriozy, imeyushchiye mediko-veterinarnoye znacheniye. Ukazatel' otechestvennoy i inostrannoy literatury 1958–1972. [Diphyllobothriides and diphyllobothrioses of medical-veterinary significance. Index of native and foreign literature 1558–1972]. Petrozavodsk, Kareliya. 302 s.

Ryzhkov L.P., Nechayeva T.A., Yevseyeva N.V. 2007. Sadkovoye rybovodstvo — problemy zdorov'ya ryb. [Cage fish farming — fish health problems]. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU. 120 s.

Ryzhkov L.P. 2010. Sadkovaya akvakul'tura — perspektivy i puti razvitiya. [Cage aquaculture — prospects and ways of development]. // Sadkovoye rybovodstvo. Sostoyaniye i problemy razvitiya: Materialy mezhdunarodnoy konferentsii. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU. S. 3–7.

Serdyukov A.M. 1979. Difillobotriidy Zapadnoy Sibiri. [Diphyllobothriids of Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka. 120 s.

Ostroumova I.N. 2009. Vyzyvayet li izbytok uglevodov v kormakh zhirovuyu degeneratsiyu pecheni u ryb? [Does the abundance of carbohydrate in the feed cause fatty liver degeneration in fish?]. // Problemy ikhtiopatologii v nachale XXI veka. Sbornik nauchnykh trudov. Vyp. 338. SPb. S. 141–149.

Titarev Ye.F. 1980. Forelevodstvo. [Trout farming]. M.: Izd-vo Pishchevaya promyshlennost'. 168 s.

Chizhova T.P., Gofman-Kadoshnikov P.B. 1960. Prirodnyy ochag difillobotrioza na Baykale i yego struktura. [The natural center of diphyllobothriasis on Lake Baikal and its structure]. // Med. parazitologiya i parazitar. bolezni. T. 29. Vyp. 2. S. 165–176.

Поступила в редакцию 19.04.2017 г.
Принята после рецензии 29.05.2017 г.

The occurrence of the death of whitefish in one of the fish farms in Karelia

A.N. Parshukov[1], N.A. Golovina[2], N.N. Romanova[2], P.P. Golovin[2], M.V. Mikhailova[3]

[1] Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (FSBSI «IB KarSC RAS»), Petrozavodsk

[2] All-Russian Research Institute of Freshwater Fisheries (FSBSI «VNIIPRH»), Moscow reg., v. Rybnoye

[3] Institute of Biomedical Chemistry (FSBSI «IBMC»), Moscow

In summer-autumn 2012 a high rate of mortality of two-year-old whitefish (*Coregonus muksun*) was registered in the cage farm in Lake Ladoga. It was stated that the fish investigated in September did not have clinical and pathological signs of any infection disease, however, the dissection revealed infiltration of bile from gall bladder into body cavity and intestines of almost all individuals. According to toxicological characteristics, the given feed showed its unsuitability in fish farming. In December 2012 the clinical examination of whitefish revealed spotted hemorrhages at fin bases and intestine walls which back and middle parts were especially inflamed. It was shown that during the parasitological analysis 15% of whitefish had atypical localization (heart cavity) of plerocercoids *Diphyllobothrium dendriticum*. The feed studied in December did not demonstrate toxic effect. It was supposed that changing of fish habitat conditions in cage farming can disturb historically developed parasite-host interactions, which leads to spreading the parasite location in the host.

Key words: muksun *Coregonus muksun*, freshwater cage aquaculture, poor-quality feed, diphyllobothriasis.