

Головина Н.А.^{1,2}, Романова Н.Н.^{1,2}, Головин П.П.^{1,2}, Здрок А.В.¹

Мониторинг качества и безопасности водных биологических ресурсов из водоёмов Центрального федерального округа Российской Федерации

¹Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») – Федеральное агентство по рыболовству (Росрыболовство), 141821, Московская область, Дмитровский г.о., п. Рыбное;

²Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»), Федеральное агентство по рыболовству (Росрыболовство), 141821, Московская область, Дмитровский г.о., п. Рыбное

Введение. Ухудшение экологического и санитарного состояния водоёмов может привести к снижению качества и безопасности водных биологических ресурсов (гидробионтов).

Цель исследования – оценить качество и безопасность гидробионтов на примере рыб – основных объектов любительского лова в водоёмах Центрального округа РФ.

Материал и методы. Отлов рыб осуществляли в летне-осенний период в 2013–2017 гг. Объём обследованной выборки составил 1500 экз. Оценку качества рыбы проводили в соответствии с правилами ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков. Безопасность рыбы оценивали, используя паразитологические и токсикологические методы.

Результаты. Установлено, что рыба из водоёмов Белгородской, Тамбовской, Липецкой, Брянской и Тверской областей, несмотря на соответствие большинству показателей качества, предъявляемым к рыбной продукции, является условно годной для употребления в пищу. В мышцах рыб обнаружены метацеркарии трематод *Pseudamphistomum truncatum* (Trematoda: Ophisthorchidae) и *Aporhynchus muehlringi* (Trematoda: Heterophyidae), которые могут быть потенциально опасными для теплокровных животных и человека. Анализ на загрязнённость рыб тяжёлыми металлами показал, что в мышцах карася из реки Цна отмечено превышение ДОК кадмия почти в 4 раза, в Белгородском водохранилище у судака – в 2,5 раза и незначительное у карася в оз. Бытошь.

Заключение. Проведённые исследования показали актуальность и социальную значимость мониторинговых исследований водных объектов и необходимость проведения профилактической работы с населением в такой густонаселённой части РФ, как Центральный федеральный округ.

К л ю ч е в ы е с л о в а : антропогенное воздействие; биогельминтозы; водоёмы; мониторинг; рыбы; тяжёлые металлы; Центральный федеральный округ.

Для цитирования: Головина Н.А., Романова Н.Н., Головин П.П., Здрок А.В. Мониторинг качества и безопасности водных биологических ресурсов из водоёмов Центрального федерального округа Российской Федерации. Гигиена и санитария. 2020; 99(3): 246-252. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-3-246-252>

Для корреспонденции: Романова Наталья Николаевна, кандидат биол. наук, заведующая лабораторией ихтиопатологии Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), доцент каф. аквакультуры Дмитровского рыбохозяйственного технологического института (филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»), 141821, Московская область, Дмитровский г.о., п. Рыбное. E-mail: lab.ichtiopat@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Романова Н.Н., Головина Н.А.; сбор и обработка материала – Головин П.П., Романова Н.Н., Здрок А.В.; статистическая обработка – Романова Н.Н., Головина Н.А.; написание текста – Романова Н.Н., Здрок А.В.; редактирование – Головина Н.А.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила: 09.09.2019

Принята к печати: 12.12.2019

Опубликована: 20.04.2020

Golovina N.A.^{1,2}, Romanova N.N.^{1,2}, Golovin P.P.^{1,2}, Zdrok A.V.¹

Quality and safety monitoring of water biological resources from water bodies of the Central federal district of the Russian Federation

¹Branch for the freshwater fisheries of All-Russian Scientific-Research Institute of Freshwater Fisheries, settlement Rybnoe, 141821, Russian Federation;

²Dmitrov Fish Industrial Technological Institute (Branch of the Astrakhan State Technical University), settlement Rybnoe, 141821, Russian Federation

Introduction. There have been given results of the assessment of quality and safety of hydrobionts exemplified by fishes as main objects of amateur fishing in water bodies of the Central Fedral District of the Russian Federation. Fishery water bodies on this territory are exposed to anthropogenic impacts and lead in the concerning volume of polluted effluent discharge in Russia.

The purpose of this study is to assess the quality and safety of hydrobionts on the example of fish - the main objects of amateur fishing in the reservoirs of the Central District of the Russian Federation.

Material and methods. Fish catching was carried out in the summer-autumn period in 2013-2017. The volume of the survey sample was about 1500 fishes. The species composition of helminths in 15 fish species from three families Cyprinidae, Percidae and pike (Esocidae) is was determined by parasitological examination. The safety of fish was evaluated using parasitological and toxicological methods.

Results. Fish from water bodies of the Lipetsk, Tambov, Belgorod, Bryansk and Tver areas has been ascertained to be facultatively available for human consumption. Clinical signs of the disease were observed in fish infected with metacercariae trematodes (*posthodiplostomum* and *apophallus*) in the form of black spots on the body. Among the detected worms, 2 species can be potentially dangerous for warm-blooded animals and humans - *Pseudamphistomum truncatum* (Trematoda: Opisthorchidae) and *Apophallus muehlingi* (Trematoda: Heterophyidae). Analysis of fish contamination with heavy metals showed excess of the permissible cadmium content in fish tissues.

Conclusion. The conducted research showed the urgency and social significance of studies on monitoring for water objects and the need to implement the preventive work with the population in such a densely populated part of the Russian Federation as the Central Federal District.

Key words: anthropogenic impact; biohelminthoses; water bodies; monitoring; fish; heavy metals; the Central Federal District.

For citation: Golovina N.A., Romanova N.N., Golovin P.P., Zdrok A.V. Monitoring of the quality and safety of water biological resources from water bodies of the Central Federal District of the Russian Federation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2020; 99(3): 246-252. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-3-246-252>

For correspondence: Nina A. Golovina, MD, Ph.D., DSci., Professor, Head of the aquaculture department of the Dmitrov Fish Industrial Technological Institute (Branch of the Astrakhan State Technical University), settlement Rybnoe, 141821, Russian. E-mail: lab.ihitopat@mail.ru

Information about the authors:

Golovina N.A., <https://orcid.org/0000-0002-3137-5425>; Romanova N.N., <https://orcid.org/0000-0003-3154-7132>;

Golovin P.P., <https://orcid.org/0000-0002-9362-5610>; Zdrok A.V., <https://orcid.org/0000-0001-5746-7136>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: concept and design of the study - Golovina N.A., Romanova N.N.; collection and processing of material - Romanova N.N., Golovin P.P., Zdrok A.V.; statistical processing - Golovina N.A., Romanova N.N.; writing a text - Romanova N.N., Zdrok A.V.; editing - Golovina N.A.; approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article - all authors.

Received: September 9, 2019

Accepted: December 12, 2019

Published: April 20, 2020

Введение

Ухудшение экологического и санитарного состояния водоёмов может привести к снижению качества и безопасности водных биологических ресурсов (гидробионтов). В соответствии с Федеральным законом № 52 от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.09.2017 г.) главные государственные санитарные врачи при выявлении нарушения санитарного законодательства, которое создаёт угрозу возникновения и распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений), наделены полномочиями принимать в установленном законом порядке меры по приостановлению использования водных объектов в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также в лечебных, оздоровительных и рекреационных целях¹.

Рыбохозяйственные водоёмы, расположенные в наиболее густонаселённой части РФ – Центральном федеральном округе (ЦФО), в значительной степени подвержены антропогенному воздействию и занимают первое место в стране по объёму сброса загрязнённых сточных вод. В составе ЦФО находятся Белгородская, Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Московская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Тульская, Ярославская области и город Москва. Практически во всех водных объектах бассейна Волги качество воды не отвечает нормативным санитарным требованиям [1], в том числе и по микробиоценозу. В ряде водоёмов (р. Десна, Белгородское и Старооскольское водохранилища) отмечено увеличение числа условно патогенных энтеробактерий [2].

В последние годы при осуществлении экологического мониторинга качеству водных биоресурсов уделяют особое внимание. Промысловых гидробионтов (это рыба и раки), поступающих в торговую сеть, проверяют в соответствии с

законодательными документами^{2,3,4}. Другая часть водных биологических ресурсов, вылавливаемая рыбаками-любителями, используется населением без всякого контроля. В рыбохозяйственных водоёмах ЦФО обитает более 30 видов рыб, наиболее многочисленны лещ, плотва, чехонь, густера, синоп, судак, налим, щука и окунь. По экспертным оценкам, объёмы промыслового вылова во внутренних водоёмах очень незначительны и находятся в пределах от 2 до 2,5 тыс. тонн в год, при этом рыбаками-любителями вылавливается значительно больше – около 10 тыс. тонн рыбы [1]. Учитывая, что ежегодно количество любителей рыбалки возрастает, люди, употребляющие в пищу выловленную ими рыбу, подвергаются риску, так как она не проходит санитарно-гигиенический контроль.

Наиболее распространёнными эпидемиологически значимыми гельминтозами на территории ЦФО являются описторхоз, псевдоамфиломоз и дифиллоботриоз. Возбудитель описторхоза *Opisthorchis felinus* (семейство *Opisthorchidae*) относится к наиболее патогенным гельминтам, живущим в желчных протоках печени у теплокровных животных и человека и вызывающим паразитарную желтуху. В водоёмах средней полосы России из-за неблагоприятных условий среды обитания к настоящему времени произошло резкое снижение численности первых промежуточных хозяев описторхид – моллюсков рода *Codiella*, что привело к уменьшению очагов описторхоза [3]. Ближним к *O. felinus* является *Pseudamphistomum truncatum* (семейство *Opisthorchidae*), возбудитель псевдоамфиломоза. Первым промежуточным хозяином этого вида служат моллюски *Bithynia tentaculata* и *B. producta* [4]. Вторые промежуточные хозяева гельминта – многие виды карповых рыб. Окончательные хозяева – различные виды преимущественно плотоядных млекопитающих, а также человек [5].

Другим распространённым на территории ЦФО эпидемиологически значимым гельминтом является широкий

¹ Федеральный закон № 52 от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.09.2017 г.). Доступно: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/.

² Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» 040/2016.

³ СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

⁴ СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации».

лентец — *Diphyllobothrium latum* (отр. *Pseudophyllidae*). Употребление в пищу рыбы или икры, заражённой личинками (плероцеркоидами) этого паразита, может привести к возникновению дифиллоботриоза. Развитие гельминта протекает с участием планктонных рачков родов *Diatomus* и *Cyclops* — первых промежуточных хозяев. Рыба заглатывает заражённого рачка и заражается сама. Существенное значение в эпидемиологии дифиллоботриоза имеет загрязнение водоёма яйцами широкого лентеца, которые могут поступать со сточными водами. В водоёмах ЦФО имеются все условия для циркуляции возбудителя дифиллоботриоза. Распространителями плероцеркоидов *D. latum* служат преимущественно щука, окунь и ёрш. Из литературных данных известно, что наиболее эпидемиологически неблагополучными являются Костромская область, где регистрируют очаги средней и высокой интенсивности [6], и Ярославская область в пределах Рыбинского водохранилища [7].

В последние годы в ЦФО возникла опасность заражения людей апофаллёмозом и россикотремозом. В водоёмах Московской области (Химкинское и Пяловское водохранилища) зарегистрированы высокие показатели заражённости метацеркариями трематод *Apophallus muehlingi* — плотвы и густеры, *Rossicotrema donicum* — окуня и ерша [8]. Метацеркарии этих трематод по численности являются одним из ведущих компонентов в гельминтофауне карповых рыб Волги и Северного Каспия. Строительство Волго-Донского канала, вероятно, способствовало расширению ареала первых промежуточных хозяев этих гельминтов — брюхоногих моллюсков литоглифов, которые встречаются в малопродуктивных по бентосу песчаных и песчано-илистых грунтах [9–11].

Безопасности рыбной продукции угрожают и токсиканты. Большое влияние на неё оказывает неблагоприятная экологическая обстановка в водоёмах, включая и минимальное загрязнение поллютантами, что характерно для водоёмов Центральной зоны РФ. К наиболее широко распространённым загрязнителям водной среды относятся тяжёлые металлы, которые по токсичности занимают второе место после пестицидов [12]. Их особенность и значимость проявляются в том, что они со временем не разрушаются в любых условиях, а лишь меняют форму нахождения, постепенно накапливаясь в различных компонентах экосистемы, в том числе и в рыбах. Присутствуя во внешней среде даже в относительно низких концентрациях, тяжёлые металлы биоактивны и способны аккумулироваться в рыбах с характерной локализацией в органах и тканях [13, 14]. При попадании по трофической цепи в организм человека тяжёлые металлы накапливаются в почках и печени. Некоторые из тяжёлых металлов (никель, кобальт, хром, мышьяк, бериллий, кадмий) являются канцерогенами, проникая в клетку и воздействуя на молекулу ДНК, приводят к хромосомным нарушениям [15].

Цель исследования — оценить качество и безопасность гидробионтов на примере рыб — основных объектов любительского лова в водоёмах Центрального округа РФ.

Материал и методы

Отлов рыб осуществляли в летне-осенний период (май-октябрь) 2013–2017 гг. ставными сетями в соответствии с разрешением на вылов водных биоресурсов для проведения научно-исследовательских работ в водоёмах Белгородской, Тамбовской, Липецкой, Брянской и Тверской областей. Объём обследованной выборки составил около 1500 экз. рыб, включающих 15 видов рыб из трёх семейств: карповые (*Cyprinidae*), окуневые (*Percidae*) и щуковые (*Esocidae*).

Оценку качества рыбы проводили методом сенсорного анализа, в соответствии с правилами проведения ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков, обращали внимание на внешний вид, запах, состояние наружных покровов, слизи, чешуи, жабр, упитанности, упругости мышечной ткани [16].

Гельминтологические и токсикологические исследования применяли для оценки безопасности рыбы.

Гельминтологические исследования проводили общепринятыми в ихтиопаразитологии методами⁵ [3, 17, 18]. Видовую идентификацию гельминтов осуществляли по определителям паразитов пресноводных рыб [5, 19] с использованием микроскопов Микромед 3 Вар. 3 Led, OLYMPUS и стереомикроскопа MC-4 ZOOM LED. Заражённость паразитами оценивали по встречаемости или экстенсивности инвазии (Э.И., %), интенсивности инвазии (И.И., экз./рыбу) и амплитуде интенсивности инвазии (А.И.И.).

Оценку рыб на загрязнение токсичными химическими элементами проводили, используя метод вольтамперметрической инверсии^{6,7,8}.

Статистическую обработку материала проводили с помощью пакетов программ Statistica и Harvard Graphics для РС.

Результаты

Обследованные рыбы из естественных водоёмов Белгородской, Тамбовской, Липецкой, Брянской и Тверской областей в основном были без клинических признаков заболеваний и соответствовали требованиям, предъявляемым к качеству рыбной продукции [20]. При клиническом осмотре поверхность тела большинства рыб была чистая, окраска естественная, покрыта тонким слоем слизи, чешуя блестящая, плотно прилегала к телу. Цвет жабр варьировал от интенсивно-красного до тускло-красного, брюшко не вздутое, анальное отверстие не выпячено. Некоторые экземпляры на поверхности тела имели механические повреждения, вызванные сетными орудиями лова. На разрезе мышечная ткань упругая.

Клинические признаки заболеваний в виде чёрных пятен на поверхности тела отмечены у рыб при заражении метацеркариями трематод (постодиплостомами и апофаллюсами).

У рыб выявлено 49 видов гельминтов, относящихся к 7 нозологическим единицам: *Monogenea*, *Aspidogastrea*, *Cestodea*, *Trematoda*, *Nematoda*, *Euacanthocephala* и *Hirudinea* (см. рисунок).

Гельминты паразитировали на жабрах (моногенеи), во внутренних органах (трематоды, аспидогастрии, цестоды, нематоды, скребни) и на поверхности тела (пиявки). Большинство из них выявлены на уровне паразитоносительств, то есть без клинического проявления заболевания у рыб.

Среди обнаруженных гельминтов только 2 вида могут быть потенциально опасными для теплокровных животных и человека — *Pseudamphistomum truncatum* (*Trematoda: Opisthorchidae*) и *Apophallus muehlingi* (*Trematoda: Heterophyidae*).

Заражение *P. truncatum* отмечено у карповых рыб (леща, плотвы, карася серебряного, густеры, жереха, чехони, язя) в 9 водоёмах (табл. 1). В мышцах рыб обнаружены цисты размером 0,40–0,54 × 0,39–0,45 мм, содержащие метацеркарии с тёмным экскреторным пузырём овальной формы, занимающим нижнюю треть тела.

⁵ Методические указания 3.2. Профилактика паразитарных болезней, методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки (2001). Доступно: http://mibio.ru/docs/110/muk_3.2.988-00_profilaktika_parazitarnih_bolezney_metodi_ekspertizi_ribi.pdf.

⁶ ГОСТ 26929-94 «Сырьё и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов».

⁷ ФР 1.34.2005.01733. «Методика выполнения измерений массовой доли кадмия, свинца, меди и цинка в пищевой продукции методом инверсионной вольтамперметрии». Аттестована ФГУП «ВНИИМС». Свидетельство о метрологической аттестации № 11-05 от 30.05.2005 г.

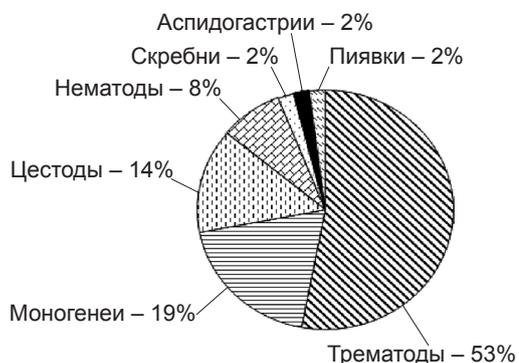
⁸ ФР 1.34.2005.01730. «Методика выполнения измерений массовой доли мышьяка и ртути в пищевой продукции, продовольственном сырьё и продуктах детского питания методом инверсионной вольтамперметрии». Аттестована ФГУП «ВНИИМС». Свидетельство о метрологической аттестации № 10-05 от 30.05.2005 г.

Таблица 1

Случаи обнаружения *Pseudamphistomum truncatum* (mtc) у рыб

Вид рыб	Год обнаружения	Возраст рыб, годы	Экстенсивность инвазии, %	Средняя интенсивность инвазии, экз./рыбу	Индекс обилия, экз./рыбу
Тамбовская область					
<i>Тамбовское водохранилище</i>					
Плотва	2013	5+	33,3	10	3,3
Лещ	2014	4+	8,3	10	0,8
<i>Река Цна</i>					
Лещ	2014	2+; 4+	30	13,3 ± 5,8	4,0
Густера	2014	4+	—*	10,0	—
Жерех	2014	3+	—*	10,0	—
Белгородская область					
<i>Белгородское водохранилище</i>					
Лещ	2014	3+; 6+; 4+	16,7	10,0 ± 0,01	1,7
<i>Старооскольское водохранилище</i>					
Карась серебряный	2014	4+	20,0	10,0	2,0
Лещ	2014	2+	29,0	10,0	2,8
Краснопёрка	2016	4+	10,0	10,0	1,0
Плотва	2016	3+; 5+	11,1	10,0 ± 0,01	1,1
Липецкая область					
<i>Река Дон</i>					
Плотва	2014	1+	25,0	10,0	2,5
<i>Река Воронеж</i>					
Краснопёрка	2014	3+; 4+; 7+	86,0	10,0 ± 0,01	8,6
Плотва	2014	4+	67,0	10,0	6,7
Брянская область					
<i>Озеро Каменское</i>					
Плотва	2015	5+	14,3	40,0	5,7
<i>Река Десна</i>					
Язь	2017	5+	50	10,0	5,0
Чехонь	2017	3+	50	10,0	5,0
Тверская область					
<i>Угличское водохранилище</i>					
Лещ	2015	2+	17,0	10,0	0,2

Примечание. Здесь и в табл. 2: * — обследован 1 экз. рыб.



Доля разных групп гельминтов, выделенных от рыб из водоемов Центрального округа РФ.

Встречаемость заражённых рыб (Э.И.) варьировала по годам и составляла от 8,3 до 86%, максимальная отмечена в 2014 г. в р. Воронеж Липецкой области у краснопёрки (86%) и плотвы (67%). В среднем интенсивность инвазии (И.И. ср.) составляла 10 экз./рыбу, наибольшая была обнаружена в озере Каменское Брянской области у плотвы (40 экз./рыбу). Индекс обилия (И.О.) от 0,2 экз./рыбу у леща из Угличского водохранилища (Тверская область) до 8,6 экз./рыбу у краснопёрки из р. Воронеж (см. табл. 1).

Метацеркарии *P. truncatum*, попадая в живом виде с недостаточно или не должным образом приготовленной рыбой в пищеварительный тракт теплокровного животного и человека, способны развиваться до стадии мариты и долгое время паразитировать в организме, вызывая заболевание. Половозрелые трематоды локализуются у дефинитивных хозяев в желчных протоках, реже в желчном пузыре и поджелудочной железе. У больного отмечается боль в эпигастрии и правом подреберье различной интенсивности, характера и частоты возникновения, в крови — гипербилирубинемия и эозинофилия [21]. При слабой инвазии отмечается расширение желчных внутрипечёночных протоков с утолщением их стенок. При высоком уровне заражения наблюдается закупорка желчных протоков. Диагноз ставится на основании клинических данных и копрологических исследований.

Второй вид гельминтов, потенциально опасный для человека и хищных млекопитающих — *A. muehlingi*, — выявлен у рыб в 2 водоёмах, расположенных в Центральном округе РФ (табл. 2).

В лучах плавников и хвоста у карповых и окунёвых рыб были обнаружены цисты размером 0,20–0,29 × 0,14–0,26 мм с метацеркариями *A. muehlingi*. Стенка цисты двухслойная, тело метацеркария — свёрнутое в кольцо, имеется тёмный экскреторный пузырь, вокруг цист откладывается чёрный пигмент.

В р. Десна у леща и уклейки встречаемость этого гельминта в районе г. Брянск осенью 2015 г. составляла 100%. Максимальная интенсивность инвазии выявлена у леща — 56 экз./рыбу, менее заражённой была уклейка (до 23 экз./рыбу). И.О. составил у леща 30 экз./рыбу, у уклейки — 8 экз./рыбу. В 2016 г. *A. muehlingi* был выявлен у плотвы. Э.И. составила

67%, И.И. ср. оказалась достаточно низкой — 1,5 экз./рыбу, И.О. = 1 экз./рыбу.

У рыб в Угличском водохранилище Тверской области цисты с метацеркариями этого паразита обнаружены в плавниках у окуня, плотвы, краснопёрки и леща. Различия в интенсивности заражения было очень высоким, что, очевидно, связано с видом рыб и их спектром питания (см. табл. 2). Максимально была заражена краснопёрка, И.И. которой составила 600 экз./рыбу, наибольшее скопление цист с метацеркариями отмечено на хвостовом плавнике — 300 экз.

У леща И.И. достигала 284 экз./рыбу, в среднем интенсивность инвазии у этого вида рыб составила 61 экз./рыбу, И.О. = 50,8 экз./рыбу при Э.И. 80%.

У окунёвых рыб *A. muehlingi* встречался реже. В 2015 г. выявлено заражение у 66,6% окуня и в 2017 г. — у 33% судака (см. табл. 2). У окуня максимальная интенсивность инвазии

Случаи обнаружения *Aporhalls muehlingi* (mtc) у рыб

Вид рыб	Год обнаружения	Возраст рыб, годы	Экстенсивность инвазии, %	Средняя интенсивность инвазии (И.И.), экз./рыбу / амплитуда И.И., экз./рыбу	Индекс обилия, экз./рыбу
Брянская область					
<i>Река Десна</i>					
Лещ	2015	3+	100,0	30,0 / 3,0–56,0	30,0
Уклейка	2015	5+; 4+; 3+	100,0	8,0 / 2,0–23,0	8,0
Плотва	2016	4+	67,0	1,5 / 1–2	1,0
Тверская область					
<i>Угличское водохранилище</i>					
Окунь	2015	3+, 4+	66,6	21,7 / 1,0–48,0	14,5
Плотва	2015	3+	100,0	13,3 / 1,0–34,0	13,3
Краснопёрка	2015	2+	–*	600,0 / –	–
Лещ	2015	3+	80,0	61,0 / 1,0–284,0	50,8
Судак	2017	3+	33,0	12,0 / –	4,0

достигала 48 экз./рыбу, в среднем составляла 21,7 экз./рыбу, И.О. = 14,5 экз./рыбу. У судака И.И. = 12 экз./рыбу, И.О. = 4 экз./рыбу.

Дефинитивными хозяевами *A. muehlingi* являются чайковые птицы, но этот гельминт представляет и потенциальную опасность для теплокровных животных и человека. Личинки трематоды в организме человека паразитируют в тонком кишечнике, не достигая половозрелой стадии. В связи с этим диагностика апофаллэза затруднена. Официальная информация о регистрации заболевания людей апофаллэзом в РФ отсутствует.

Проведённые исследования на содержания тяжёлых металлов и мышьяка в тканях (мышцах) рыб в исследуемых водоёмах выявили превышение допустимых остаточных концентраций (ДОК)⁹ по кадмию (табл. 3). В тканях карася из реки Цна отмечено превышение ДОК кадмия почти в 4 раз, в Белгородском водохранилище у судака – в 2,5 раза и незначительное у карася в оз. Бытошь.

Было установлено достаточно высокое содержание ртути в мышцах судака (0,3777 мг/кг), выловленного из Бел-

городского, и у окуня из Старооскольского водохранилища (0,3363 мг/кг). Однако допустимый безопасный уровень для хищных рыб – 0,6 мг/кг.

Обсуждение

Проблема антропогельминтозоонозов существует во всём мире. В связи со значимостью этого вопроса исследователи уделяют большое внимание изучению возбудителей и диагностики биогельминтозов, переносчиками которых являются рыбы [22, 23].

Формирование очагов трематодозов – одно из важнейших направлений гельминтологии. Её основа была заложена профессором Е.Н. Павловским [24] и в дальнейшем разрабатывалась многими исследователями как у нас в стране [3, 25, 26], так и за рубежом [27, 28]. Число гельминтозоонозов, которые обнаружены у человека и домашних животных, по мнению С.А. Безра [3], постоянно растёт. В частности это касается псевдамфистомоза и апофаллэза, возбудители которых выявлены у рыб – вторых промежуточных хозяевах в водоёмах Центрального федерального округа [8, 29, 30].

Концентрация тяжёлых металлов и мышьяка в тканях рыбы, мг/кг

Область	Водоём	Год	Свинец (Pb)	Кадмий (Cd)	Мышьяк (As)	Ртуть (Hg)	Медь (Cu)
Брянская	оз. Бытошь	2015–2017	0,0096–0,0709	0,0002–0,2973	0,0008–0,2510	≤ 0,0020–0,2811	0,2921–0,9104
	р. Десна	2015–2017	0,0035–0,0688	0,0010–0,1859	0,0008–0,0162	≤ 0,0020–0,0752	0,2005–0,6414
Липецкая	р. Воронеж	2013–2016	0,0005–0,0244	0,0007–0,2136	0,0009–0,0461	≤ 0,0020–0,2842	–*
	Матырское водохранилище	2013–2017	0,0046–0,0546	0,0002–0,0906	0,0001–0,0259	≤ 0,0020–0,2335	0,0871–0,9273
Тамбовская	р. Цна	2014–2015	0,0069–0,0214	0,0197–0,7872	0,0003–0,0085	0,0400–0,1633	–*
	Челнавское водохранилище	2015–2017	0,0067–0,0373	0,0002–0,2253	0,0002–0,0575	≤ 0,0020–0,1541	0,1419–0,8663
	Шушпанское водохранилище	2015–2016	0,0075–0,0239	0,0011–0,0555	0,0001–0,0684	≤ 0,0020–0,2326	–*
Белгородская	Белгородское водохранилище	2013–2017	0,0012–0,0749	0,0002–0,5029	0,0001–0,0045	0,0015–0,3777	0,0456–0,7071
	Старооскольское водохранилище	2013–2016	0,0011–0,0312	0,0005–0,0450	0,0003–0,0980	0,0008–0,3363	–
Допустимые остаточные концентрации (ДОК), мг/кг			1,0	0,2	1,0	0,3**; 0,6***	10,0

Примечание. * – показатель не определяли; ** – пресноводные нехищные; *** – пресноводные хищные.

Выявленная нами заражённость карповых рыб в 8 водоёмах Тамбовской, Белгородской, Липецкой, Брянской и Тверской областей псевдамфистомами и в двух водоёмах Брянской и Тверской областей – апофаллюсами подтверждает вышесказанное.

При изучении формирования природных очагов базовыми данными являются исследования паразитарных систем, включая возможность циркуляции гельминтов, то есть наличия промежуточных и дефинитивных хозяев. Анализируя наличие очагов псевдамфистомоза и апофалллёза в исследуемых водоёмах, следует отметить, что для циркуляции этих гельминтов имеются все звенья, необходимые для прохождения жизненного цикла – моллюски-гастроподы – карповые и окунёвые виды рыб и рыбаодные птицы.

Для получения объективной характеристики напряжённости природного очага определение численности гельминтов на водном объекте по показателю инвазивности рыбы метацеркариями трематод, локализующихся в мышцах, рекомендуется исследовать не менее 50 экз. рыб каждого вида промыслового размера или 100–150 экз. молоди [3, 31]. Использование компрессорного метода всего подкожного мышечного слоя позволяет выявить до 95% всех имеющихся в рыбе личинок. Это достаточно трудоёмкий, но точный способ. К сожалению, такой метод учёта метацеркарий на практике используется крайне редко, в основном при работе с молодью [10].

Для оценки безопасности рыбного сырья и выявления заражённостью его биогельминтами в соответствии с СанПиНом 3.2.3215-14¹⁰ достаточно обнаружить одну личинку, чтобы продукция перешла в категорию «условно годная». Поэтому рядом учёных были разработаны упрощённые методы определения интенсивности инвазии [32]. Именно этим методом мы и оценивали интенсивность инвазии рыб в нашем материале, получая невысокий уровень инвазии по заражённости псевдамфистомами (в среднем 10 экз./рыб). Наиболее заражёнными апофаллюсами оказались лещ и красноперка в Угличском водохранилище.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что изучение природной очаговости и напряжённости конкретных очагов биогельминтозов приобретает в гельминтологии возрастающее значение как основа разработки мер борьбы с гельминтозами и их профилактики.

Анализ на загрязнение рыбы тяжёлыми металлами показал, что в тканях рыб из реки Цны (Тамбовская область) и Белгородского водохранилища (Белгородская область) имело место превышение ДОК кадмия. С учётом того, что это были только единичные случаи, которые могли быть связаны с особенностями питания рыб в местах аккумуляции

этого металла в донных отложениях, постоянного локального загрязнения рыбы тяжёлыми металлами не выявлено, и оно не представляет опасности для здоровья людей.

Заключение

Проведённые исследования показали актуальность и социальную значимость мониторинговых исследований водных объектов и необходимость проведения профилактической работы с населением в такой густонаселённой части РФ, как Центральный федеральный округ. Рыба, вылавливаемая рыбаками-любителями из водоёмов Липецкой, Тамбовской, Белгородской, Брянской и Тверской областей, несмотря на соответствие показателям качества, предъявляемым к рыбной продукции, является условно годной для употребления в пищу в связи с выявлением у рыб трематод *Pseudamphistomum truncatum* и *Aophallus muehlingi*.

Личинок *P. truncatum* периодически регистрировали в мышцах карповых рыб из разных водоёмов (Тамбовское, Белгородское, Старооскольское, Угличское водохранилища, озеро Каменское, реки Дон, Воронеж, Цна, Десна). Нами не был обнаружен этот гельминт у рыб в Матёрском водохранилище в Липецкой области, Челнавском водохранилище в Тамбовской области, озере Бытошь в Брянской области.

В реке Десне Брянской области и Угличском водохранилище Тверской области у карповых и окунёвых рыб выявлен потенциально опасный для теплокровных животных и человека гельминт *Aophallus muehlingi*.

Для обеззараживания рыбы от личинок биогельминтов необходимо применение режима низкотемпературного воздействия (в соответствии с требованиями санитарных правил СанПин 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации»).

Основное значение в борьбе с биогельминтозами людей имеют следующие профилактические мероприятия:

- исключение из пищи строганины, сырой, полусырой, малосолёной и недостаточно проваренной и термически плохо обработанной рыбы;
- защита водоёмов от загрязнения яйцами эпидемиологически значимых гельминтов, для чего необходима эффективная работа очистных сооружений, очистка дворовых уборных в сельской местности; сточные воды с животноводческих комплексов, звероферм не должны попадать в водоёмы;
- информирование населения о методах обработки рыбы и санитарно-гигиенических правилах.

В связи возрастающим загрязнением вод внутренних водоёмов Центральной полосы России существует вероятность накопления в мышцах рыб токсических элементов и прежде всего тяжёлых металлов. Они поступают в организм гидробионтов преимущественно с водой и кормом и там аккумулируются.

¹⁰ СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации».

Литература (пп. 21, 22, 26, 27 см. References)

1. Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. *Основы рыбохозяйственной политики России*. М.: Национальные рыбные ресурсы; 2007. 477 с.
2. Юхименко Л.Н., Кукин М.С., Дружинина А.А., Токарева С.Б. Экологическая ситуация в естественных водоемах Брянской и Белгородской областей в 2016 году. *Вестник рыбохозяйственной науки*. 2016; 4 (12): 51–9.
3. Беэр С.А. *Биология возбудителя описторхоза*. М.: Товарищество научных изданий КМК; 2005. 336 с.
4. Буряк М.В., Малышева Н.С. Заражённость моллюсков парентитами *Opisthorchis felineus* в водоемах Курской области. *Российский паразитологический журнал*. 2009; 1: 19–22.
5. Бауер О.Н., ред. *Определитель паразитов пресноводных рыб*. Т. 3. Л.: Наука; 1987.
6. Новак А.И. Особенности распространения *Diphyllbothrium latum* в популяциях промежуточных и дефинитивных хозяев в северной части Верхневолжского региона. *Российский паразитологический журнал*. 2011; 3: 54–8.
7. Петрова В.В. *Эколого-фаунистические исследования паразитов рыб Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища*. Труды Центра паразитологии. Т. XLIX. Фауна и экология паразитов. М.: Товарищество научных изданий КМК; 2016: 99–100.
8. Бисерова Л.И. *Оценка состояния сообществ промысловых рыб некоторых водоёмов Центральной России в отношении опасных для человека гельминтов*. Труды Центра паразитологии. Т. XLIX. Фауна и экология паразитов. М.: Товарищество научных изданий КМК; 2016: 11–2.
9. Иванов В.М., Семенова Н.Н., Калмыков А.П. *Гельминты в экосистеме дельты Волги. Трематоды*. Том 1. Астрахань: Волга; 2012. 255 с.
10. Бисерова Л.И. Трематоды паразиты рыб *Aophallus muehlingi* и *Rossicotrema donicum* – дельты Волги (особенности экологии и иктиопазитозы, ими вызываемые): автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.; 2005.
11. Тютин А.В., Слынько Ю.В. Первое обнаружение черمونорского моллюска *Lithoglyphus Naticoides (Gastropoda)* и ассоциированных с ним видоспецифичных трематод в бассейне Верхней Волги. *Российский журнал биологических инвазий*. 2008; 1: 51–8.

12. Будников Г.К. Тяжёлые металлы в экологическом мониторинге водных систем. *Соросовский образовательный журнал. Биология*. 1998; 5: 23–9.
13. Перевозников М.А., Богданова Е.А. *Тяжёлые металлы в пресноводных экосистемах*. СПб.: ГосНИОРХ; 1999. 228 с.
14. Ваганов А.С. Накопление тяжёлых металлов тканями и органами промысловых видов рыб различных экологических групп Куйбышевского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород; 2012.
15. Зинина О.Т. Влияние некоторых тяжёлых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека. *Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы*. 2001; 4: 99–105.
16. Авдеева Е.В., Головина Н.А. *Ветеринарно-санитарная экспертиза рыб и других гидробионтов. Лабораторный практикум: учебное пособие*. СПб.: Проспект Науки; 2011. 192 с.
17. Быховская-Павловская И.Е. *Паразиты рыб*. Л.: Наука; 1985. 124 с.
18. Звягина В.В. Структурно-функциональные особенности метацеркарий *Opisthorchis felineus*; оптимизация способов обеззараживания и контроля рыбы, инвазированной личинками возбудителя описторхоза: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень; 1995.
19. Бауер О.Н., ред. *Определитель паразитов пресноводных рыб. Т. 2*. Л.: Наука; 1985. 425 с.
20. Хамидуллин А.Р., Сайфутдинов Р.Г., Хаертынова И.М. Гельминты человека: описторхоз и псевдоамфиностомоз. *Практическая медицина*. 2011; 3–1 (50): 35–7.
21. Павловский Е.Н. *Состояние учения о природной очаговости болезней человека. Природная очаговость болезней человека и краевая эпидемиология*. Л.; 1955: 17–26.
22. Лейкина Е.С. Типы очагов основных гельминтозоонозов в СССР. *Медицинская паразитология*. 1984; 2: 51–7.
23. Ройтман В.А., Беэр С.А. *Паразитизм как форма симбиотических отношений*. М.: Товарищество научных изданий КМК; 2008. 311 с.
24. Вастьянова А.А. Гельминтозы рыб в рыбохозяйственных водоёмах Саратовской области: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Саратов; 2005.
25. Хамидуллин Р.И. Описторхоз и псевдоамфиностомоз на территории Среднего Поволжья. *Медицинская паразитология*. 1995; 1: 40–2.
26. Судариков В.Е., Шигин А.А., Курочкин Ю.В., Ломакин В.В., Стенько Р.П., Юрлова Н.И. *Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России*. М.: Наука; 2002.
27. Глазков Г.А. *К методике выделения метацеркарий сибирской двуустки из мышечной ткани поражённой рыбы. Проблема описторхоза в Западной Сибири*. Л.; 1977: 53–4.
28. Звягина В.В., Шелиханова Р.М. *К вопросу определения интенсивности инвазии рыб личинками возбудителя описторхоза при санитарно-гельминтологической экспертизе. Научные основы оздоровительной работы при гельминтозах и некоторых арбовирусных инфекциях*. Омск; 1989: 292–8.

References

1. Makoedov A.N., Kozhemyako O.N. *Grounds of the fish-farming politics of Russia [Основы рыбководства в политике России]*. Moscow: Natsional'nyye rybnnye resursy; 2007. 477 p. (in Russian)
2. Yukhimenko L.N., Kukin M.S., Druzhinina A.A., Tokareva S.B. Ecological situation in natural water bodies of the Bryansk and Belgorodsk areas in 2016. *Vestnik rybkhozyaystvennoy nauki*. 2016; 4 (12): 51–9. (in Russian)
3. Beyer S.A. *Biology of the causative agent of the opisthorchiasis [Биология возбудителя описторхоза]*. Moscow: KMK; 2005. 336 p. (in Russian)
4. Buryak M.V., Malysheva N.S. Infestation of mollusks with parthenites *Opisthorchis felineus* in reservoirs of the Kursk region. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal*. 2009; 1: 19–22. (in Russian)
5. Bauer O.N., ed. *Identification guide of freshwater fish parasites. Vol. 3 [Определитель паразитов пресноводных рыб. Том 3]*. Leningrad: Nauka; 1987. (in Russian)
6. Novak A.I. Peculiarities of *Diphyllobothrium latum* distribution in populations of intermediate and definitive hosts in the northern part of the Volga's upper region. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal*. 2011; 3: 54–8. (in Russian)
7. Petrova V.V. *Ecological and faunistic investigations of fish parasites from the Sheksninsk pool of the Rybinsk water storage reservoir. Proceedings of the Center for Parasitology. Vol. XLIX. Fauna and ecology of parasites [Эколого-фаунистические исследования паразитов рыб Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища. Труды Тsentra parazitologii. T. XLIX. Fauna i ekologiya parazitov]*. Moscow: KMK; 2016: 99–100. (in Russian)
8. Biserova L.I. *Assessment of commercial fishes communities from some water bodies of the Central Russia concerning human dangerous helminths. Proceedings of the Center for Parasitology. Vol. XLIX. Fauna and ecology of parasites [Оценка состояния сообществ промысловых рыб некоторых водоемов Тsentra'noy Rossii v otnoшении опасных для человека гельминтов. Труды Тsentra parazitologii. T. XLIX. Fauna i ekologiya parazitov]*. Moscow: KMK; 2016: 11–2. (in Russian)
9. Ivanov V.M., Semenova N.N., Kalmykov A.P. *Helminths in the ecosystem of the Volga delta. Trematodes. Vol. 1 [Гельминты в экосистеме дельты Волги. Trematody. T. I]*. Astrakhan': Volga; 2012. 255 p. (in Russian)
10. Biserova L.I. Parasitic fish trematodes *Aphallus muehlingi* and *Rossicotrema donicum* of the Volga delta (peculiarities of the ecology and ichthyoparasitoses caused by them). Autoabstract of Diss. Moscow; 2005. (in Russian)
11. Tyutin A.V., Slynko Yu.V. The first discovery of the Chernomorskiy mollusk *Lithoglyphus natioides* (Gastropoda) and associated species-specific trematodes in the Upper Volga basin. *Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy*. 2008; 1: 51–8. (in Russian)
12. Budnikov G.K. Heavy metals in the ecological monitoring of water systems. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal. Biologiya*. 1998; 5: 23–9. (in Russian)
13. Perveznikov M.A., Bogdanova E.A. *Heavy metals in freshwater ecosystems [Тяжёлые металлы в пресноводных экосистемах]*. Saint Petersburg: GosNIORH; 1999. 228 p. (in Russian)
14. Vaganov A.S. Heavy metals accumulation by tissues and organs of commercial fish species from different ecological groups in the Kuybyshevsk water storage reservoir. Autoabstract of Diss. Nizhni Novgorod; 2012. (in Russian)
15. Zinina O.T. Influence of some heavy metals and microelements on some biochemical processes in human organism. *Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы*. 2001; 4: 99–105. (in Russian)
16. Avdeeva E.V., Golovina N.A. *Veterinary and sanitary examination of fish and other aquatic organisms. Laboratory workshop: study guide [Ветеринарно-санитарная экспертиза рыб и других гидробионтов. Лабораторный практикум: учебное пособие]*. St. Petersburg: Science Avenue; 2011. 192 p. (in Russian)
17. Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. *Fish parasites [Parazity ryb]*. Leningrad: Nauka; 1985. 124 p. (in Russian)
18. Zvyagina V.V. Structural and functional features of the metacercariae *Opisthorchis felineus*; optimization of methods for disinfection and control of fish invaded by causative agent of opisthorchiasis larvae. Autoabstract of Diss. Tyumen; 1995. (in Russian)
19. Bauer O.N., ed. *Identification guide of freshwater fish parasites. Vol. 2 [Определитель паразитов пресноводных рыб. Т. 2]*. Leningrad: Nauka; 1985. 425 p. (in Russian)
20. Khamidullin A.R., Saifutdinov R.G., Khaertynova I.M. Human helminths: opisthorchosis and pseudoamphistomose. *Prakticheskaya meditsina*. 2011; 3–1 (50): 35–7. (in Russian)
21. Adam R., Arnold H., Hmz E., Storch E. Morphology and ultrastructure of the redia and pre-emergent cercaria of *Opisthorchis viverrini* (Trematoda Digenea) in the intermediate host *Bithyma siamensis goniomphalus* (Prosobranchia, Bithyniidae). *Appl Parasitol*. 1995; 36: 136–54.
22. Wongsarot J., Sakolvarae Y., Chaicumpa W., Maleewong W., Kitikoon V., Tapchaisri P. et al. Affinity purified oval antigen for diagnosis of *O. viverrini*. *Asian Pac J Allergy Immunol*. 2001; 19: 245–58.
23. Pavlovskiy E.N. *The state of the doctrine of the natural focality of human diseases. Natural focality of human diseases and regional epidemiology [Состояние учения о природной очаговости болезней человека. Природная очаговость болезней человека и краевая эпидемиология]*. Leningrad; 1955: 17–26. (in Russian)
24. Leikina E.S. Types of foci of basic helminthoosonoses in the USSR. *Meditsinskaya parazitologiya*. 1984; 2: 51–7. (in Russian)
25. Roitman V.A., Beer S.A. *Parasitism as a form of symbiotic relationships [Паразитизм как форма симбиотических отношений]*. Moscow: KMK; 2008. 311 p. (in Russian)
26. Esch G.W. Impact of ecological succession on the parasite fauna in centrachids from oligotrophic and eutrophic ecosystems. *Am Midl Nat*. 1971; 86: 160–8.
27. Heyneman D., Faulk W.P., Fudenberg H.H. *Echinostoma lindoense*: Larval antigens from the snail intermediate host, *Biomphalaria glabrata*. *Exp Parasitol*. 1971; 29: 480–92.
28. Vastyanova A.A. Helminthoses of fish in fishery reservoirs of the Saratov region. Autoabstract of Diss. Saratov; 2005. (in Russian)
29. Khamidullin R.I. Opisthorchosis and pseudophistomosis in the Middle Volga region. *Meditsinskaya parazitologiya*. 1995; 1: 40–2. (in Russian)
30. Sudarikov V.E., Shigin A.A., Kurochkin Yu.V., Lomakin V.V., Stenko R.P., Yurlova N.I. *Metacercariae trematodes as the parasites of freshwater hydrobiotics of the Central Russia [Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Тsentra'noy Rossii]*. Moscow: Nauka; 2002. (in Russian)
31. Glazkov G.A. *Toward technique of the Siberian fluke metacercariae isolating from the muscular tissue of the affected fish. The problem of opisthorchosis in the Western Siberia [К методике выделения метацеркарий сибирской двуустки из мышечной ткани поражённой рыбы. Проблема описторхоза в Западной Сибири]*. Leningrad; 1977: 53–4. (in Russian)
32. Zvyagina V.V., Shelikhanova R.M. *Toward the question of determining the intensity of fish invasion by the opisthorchosis causative agent larvae at sanitary-helminthological examination. Scientific foundations of sanitation measures in helminthoses and some arbovirus infections [К вопросу определения интенсивности инвазии рыб личинками возбудителя описторхоза при санитарно-гельминтологической экспертизе. Научные основы оздоровительной работы при гельминтозах и некоторых арбовирусных инфекциях]*. Омск; 1989: 292–8. (in Russian)