
УСТОЙЧИВОСТЬ МИКСОСПОРИДИОЗНОЙ ИНВАЗИИ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕХНОГЕННОЙ КОНТАМИНАЦИИ

А.В. Калашникова, Н.В. Кузьмина

Кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы
Факультет ветеринарной медицины
ФГОУ ВПО «Московская государственная академия
ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина»
ул. Академика Скрябина, 23, Москва, Россия, 109472

А.Н. Нюкканов

Кафедра зоогигиены и внутренних незаразных болезней
Факультет ветеринарной медицины
ФГОУ ВПО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»
ул. Крайильникова, 15, Якутск, Россия, 677007

В статье рассматриваются особенности микоспоридиозной инвазии пресноводных рыб в новых эколого-токсикологических условиях среднего течения реки Лена и ее притоков как наиболее загрязняемые горнодобывающей промышленностью и населенными пунктами водоемы в пределах административной территории Республики Саха (Якутия).

В условиях техногенного загрязнения биосфера не успевает перерабатывать огромное количество поступающих в ее орбиту химических соединений. Возрастающие таким образом масштабы загрязнения внешней среды приводят к нарушению исторически сложившегося в природе круговорота веществ. При этом на первый план выступает исследование качественных изменений природных вод в результате активной деятельности человека: сброса сточных вод, смыва и последующего попадания в водоемы высокоминерализованных вод, отходов животноводства, коммунальных стоков и т.д. Поэтому исследование влияния техногенного загрязнения на паразитофауну пресноводных рыб имеет исключительно важное значение, поскольку паразиты рыб, а также сами рыбы в течение всего жизненного цикла находятся под прямым влиянием окружающей среды, что позволяет дать эколого-токсикологическую и паразитологическую оценку водоему, из которого выловлена рыба; выявить причину загрязнения, своевременно принять меры по ее устранению, дать рекомендации по профилактике подобных нарушений. В данной работе мы попытались показать характер и глубину модификации микоспоридиозной инвазии пресноводных рыб Лены и Вилюя в период трансформации их экосистем.

Материал и методика. Для экотоксикологических и паразитологических исследований выбраны виды рыб, наиболее часто употребляемые в пищу населением Якутии, и преобладающие виды ихтиофауны изучаемых водоемов, такие как карась, плотва, окунь, сибирская ряпушка, тугун, омуль, щука. При определении возраста были использованы общепринятые методики [7; 8; 9; 10].

Содержание металлов определялось на спектрофотометре «Shimadzu AA-610S» (Япония). Расчеты проводились относительно стандартных растворов соответствующих металлов, прошедших межгосударственную калибровку.

Каждая рыба проходила неполное паразитологическое вскрытие по определению миксоспориديозов по методике В.А. Догеля [4] в модификации И.Е. Быховской-Павловской [2], З.С. Донец, С.С. Шульмана [5] с акцентированием внимания на мышечную ткань, жабры, внутренние органы, ротовую полость.

Результаты исследования и их обсуждение. Происходящие в водных экосистемах деформации среди многочисленных беспозвоночных организмов отражаются на формировании фауны паразитов речных рыб. Принимая во внимание это обстоятельство, прежде чем перейти к рассмотрению паразитологических данных по каждому исследованному водоему, мы сочли необходимым в начале раздела привести сведения об изменениях основных абиотических и биотических факторов внешней среды, которые наступают в реках региона в период интенсивной техногенной нагрузки и на фоне которых происходят преобразования фауны паразитов и зараженности ими рыб, а также эпизоотического состояния.

К настоящему времени известно более 4 млн химических веществ, и ежегодно создается еще около 25 тыс. новых соединений. Среди них количество поллюантов составляет около 150 тыс. Из этого количества в водоемы поступает от 10 тыс. до 40 тыс. [6]. Для определения качества воды обычно используют значительно меньше показателей [1].

Таким образом, при применении химического метода оценки характера и уровня загрязнения водных объектов не учитывается подавляющая часть ядовитых веществ, находящихся во внешней среде. На данном этапе в силу указанных выше причин полное и детальное изучение химического режима водоемов не представляется возможным. Поэтому в исследованных реках мы определяли лишь ряд приоритетных поллюантов соответствующих водоемов, позволяющих получить ориентировочные сведения о качестве воды обследуемых рек.

Наибольшую техногенную нагрузку испытывает бассейн реки Лена, особенно ее крупный приток р. Виллой. Такое распределение водопользования обусловлено расположением в этих районах большого количества промышленных предприятий, связанных с добычей полезных ископаемых, объектов топливно-энергетического комплекса и расположением в бассейнах этих участков рек крупных населенных пунктов.

В Якутии в процессе разработки месторождений полезных ископаемых образуются технологические воды, насыщенные большим количеством взвешенного материала. Это вызвано тем, что при разработке многих месторождений, приуроченных к толще аллювиальных отложений, тонкие фракции переходят во взвешенное состояние, увеличивая во много раз твердый сток промывочных вод. В результате большое количество взмученной воды сбрасывается в реки.

Результаты наших исследований показывают, что в воде р. Виллой содержание ртути составляет $0,00002 \pm 0,000009$ мг/л, что превышает ПДК для рыбохозяйственных водоемов в 2 раза ($0,00001$ мг/л), и не прослеживается сезон-

ной динамики изменения в течение года, которое связано с десорбцией ртути из донных отложений.

Полученные результаты по исследованию содержания ртути в органах и тканях свидетельствуют о значительном накоплении как растительноядных, так и хищных рыб р. Виллой.

В организме типичного представителя хищных рыб — окуня из реки Виллой — уровень содержания ртути в мышечной ткани в летнее время составлял $0,761 \pm 0,020$ мг/кг, а в зимний период — $0,800 \pm 0,046$ мг/кг, а у крупных особей окуней, имеющих возраст от 5 до 7 лет, из реки Виллой в летний период в мышцах накопилось $1,421 \pm 0,104$ мг/кг, а в зимнее время — $1,710 \pm 0,125$ мг/кг. Эти значения превышают МДУ для хищных пресноводных рыб в 3—4 раза. В летний период у мелких особей в мышечной ткани содержалось $0,883 \pm 0,125$ мг/кг, а в зимнее время — $0,421 \pm 0,095$ мг/кг, в то время как у взрослых особей в мышечной ткани в летний период было $1,799 \pm 0,967$ мг/кг ртути, а в зимнее время $0,916 \pm 0,126$ мг/кг, что превышает максимально допустимые уровни для хищных пресноводных рыб (МДУ 0,6 мг/кг) от 1,5 до 2 раз. Столь высокое содержание концентрации ртути в организме рыб в летнее время можно объяснить техногенным влиянием горнодобывающей промышленности. В мышечной ткани плотвы из реки Виллой у особей в возрасте до 2 лет содержание ртути в летний период составляло $0,683 \pm 0,036$ мг/кг. У плотвы в возрасте от 6 до 8 лет концентрация ртути составляла в мышечной ткани $0,694 \pm 0,173$ мг/кг, а в печени — $0,949 \pm 0,025$ мг/кг, что является самым высоким содержанием у нехищных рыб, исследованных нами. В зимний период у мелких особей содержание ртути составляло $0,485 \pm 0,067$ мг/кг, а у крупных — $0,699 \pm 0,079$ мг/кг. У плотвы не установлено резких различий в содержании ртути в зависимости от времени года, как это было у окуня из этой же реки. Это связано с тем, что крупные окуни в летнее время питаются в основном рыбой, а в зимний период беспозвоночными организмами. У крупных особей плотвы нет такой разницы в питании в течение года, вероятно, это и есть причина незначительного колебания содержания ртути в летнее и зимнее время у плотвы. Что касается относительно одинакового содержания ртути у мелких и крупных особей, то это можно объяснить приоритетно растительноядностью этого вида рыб в течение года и в постнатальном онтогенезе.

Наиболее высокий уровень кадмия обнаружен в печени крупных особей окуня в возрасте от 5 до 7 лет из реки Виллой и составлял $0,313 \pm 0,045$ мг/кг кадмия на сырую массу органа. Это количество превышает МДУ в 1,5 раза. У окуней, выловленных в зимний период, у той же популяции в печени кадмия содержалось практически столько же — $0,315 \pm 0,035$ мг/кг. У этой же популяции окуней, у мелких особей в возрасте до 2 лет в летний период в печени содержалось $0,158 \pm 0,035$ мг/кг и в зимнее время года — $0,087 \pm 0,012$ мг/кг сырой массы органа. Из-за смены состава корма в зимнее время у мелких неполовозрелых особей окуня уменьшается степень кумуляции кадмия в печени.

Кадмий распределяется в органах и тканях у окуней в следующей убывающей последовательности: печень > жабры > мышцы > кишечник > кости.

Содержание свинца в печени крупных особей окуня в возрасте от 5 до 7 лет превышает МДУ для рыбных продуктов и составляет $1,30 \pm 0,84$ мг/кг, а в зимний период исследования у той же популяции окуней содержание свинца составляло $1,38 \pm 0,65$ мг/кг, а у отдельных особей содержание свинца в печени достигало до 2,0 мг/кг.

Наибольшее содержание свинца у всех видов рыб отмечено в печени, как у хищных, так и у растительноядных рыб. Концентрация свинца больше у крупных особей, нежели чем у мелких молодых рыб. Исследованные нами рыбы не имели видимых патологоанатомических изменений, характеризующих отравление солями ртути, свинца и кадмия.

Основным источником загрязнения р. Лена является сброс неочищенных сточных вод г. Якутска. Город Якутск ежедневно сбрасывает в Лену неочищенные стоки вывозной канализации от жилых домов, в которых отсутствует централизованная канализация, в объеме 32 тыс. м³/сут. Действующие очистные сооружения механической очистки стоков с проектной производительностью 35 тыс. м³/сут. испытывают перегрузку по гидравлике в 2 раза, что приводит к сбросу половины поступающих сточных вод по обводной трубе, минуя очистные сооружения, без очистки и обеззараживания. Механическая очистка сточных вод производится при помощи решеток, тангенциальных песколовок и первичных отстойников. Обезвоживание осадков проходит в центрифугах. Из-за суровых климатических условий вся инженерная база очистных сооружений, все сооружения очистки сточных вод и обработки осадков, комплекс механического и технологического оборудования, насосные станции, энергосиловое и грузоподъемное оборудование, автотранспорт размещены в отапливаемых помещениях. На механических очистных сооружениях очистка сточных вод производится только по взвешенным веществам и БПК. Всего в р. Лена сбрасывается недостаточно очищенных сточных вод с КОС 12,987 млн м³/год и по обводной трубе без очистки 10,06 млн м³/год. Кроме того, ежегодно около 2 млн м³ неочищенных сточных вод сбрасывается в реку Лена со сливной станции города Якутска, принадлежащей МУП «Спецавтохозяйство» [3].

В результате наших исследований в пресноводных рыбах Якутии нами обнаружено из 10 видов миксоспоридий четыре вида полостных и шесть тканевых. Реакция миксоспоридий, как и других водных организмов, на внешние условия их обитания, особенно в период высокой техногенной нагрузки на водоемы, как показывают наши исследования, достаточно различна.

Так, фауна миксоспоридий, обитающих на жабрах рыб, оказалась в качественном отношении весьма бедной. Это вызвано тем, что токсиканты, проникнув в цисты через тонкую их оболочку, нарушают процесс формирования спор. Этот процесс протекает и после попадания сохранившихся спор паразита во внешнюю среду — здесь они также испытывают прямое негативное воздействие химических веществ. В цистах обычно регистрируются лишь единичные споры с нормальной морфологией. Основное же их количество имеет морфопатологические изменения (споры с одной капсулой или без них, отдельные створки и др.).

Наряду с этим были зарегистрированы случаи массового заражения рыб бассейна р. Вилюя *Henneguya zschokkei*, *Mухobolus pseudodispar*, *Myxidium lieberkuhni*. Наличие их в весьма загрязненных участках р. Вилюя указывает на достаточную устойчивость спор этих миксоспоридий к воздействию поллюантов. Это характерно и для *Mухobolus Müller*i, локализирующегося на жабрах плотвы в реке Лена. Споры других видов миксоспоридий у речных рыб обычно сильно деформированы и фактически разрушены; нередко содержимое цист не имеет каких-либо форменных образований. Следовательно, миксоспоридии *Henneguya zschokkei*, *Mухobolus pseudodispar*, *Myxidium lieberkuhni* устойчивы к загрязнению внешней среды. Массовые заражения миксоспоридиями рыб, обнаруженные в р. Вилюй и р. Лене, т.е. в зонах достаточно сильного техногенного загрязнения, позволяют считать данные миксоспоридии достаточно резистентными к загрязнителям.

Таким образом, отметим, что в период антропогенного воздействия в водоемах весьма желательно проведение эколого-паразитологического мониторинга, т.е. системы повторных исследований сообщества ихтиопаразитов в одних и тех же пунктах каждого водоема или их группы. Осуществление подобных исследований в течение нескольких лет позволит получить важную информацию о характере реконструкции фауны ихтиопаразитов в период многофакторной контаминации гидросферы. Слабая зараженность рыб большинством остальных групп экто- и эндопаразитов в значительной степени обусловлена чувствительностью как их самих, так и их промежуточных хозяев к совокупному воздействию поллюантов, содержащихся в воде. Исходя из вышеизложенного, ихтиопаразиты могут быть применены в качестве интегрального показателя токсикологической ситуации в водоемах в целом. Сравнение фауны паразитов рыб и степени их заражения обнаруженными паразитами в течение ряда лет позволит определить общее направление происходящих в экосистеме преобразований.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Богданова Е.А. Паразиты рыб как биоиндикаторы токсической ситуации в водоеме. — СПб: Изд-во ГосНИОРХ, 1993.
- [2] Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. — Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1969.
- [3] Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Саха (Якутия) в 1996 году // Министерство охраны природы Республики Саха (Якутия). — Якутск: ООО «Литограф», 1997.
- [4] Догель В.А. Пресноводные Mухosporidia СССР. Определитель организмов пресных вод СССР. — Л.: Ленснabтехиздат, 1932. — Вып. 4. — С. 1—30.
- [5] Донец З.С., Шульман С.С. О методах исследования Mухosporidia (Protozoa, Chidosporidia) // Паразитология. — 1973. — Т. 7. — Вып. 3. — С. 191—193.
- [6] Лукьяненко В.И. Генеральная концепция охраны от загрязнения водоемов СССР // I Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. Ч. 2. — Рига, 1988.
- [7] Мина М.В. Рост рыб (методы исследования в природных популяциях) // Рост животных. Зоология позвоночных. — М.: ВИНТИ, 1973. — Т. 4. — С. 68—115.
- [8] Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. — М.: Наука, 1976.

- [9] *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. — М.: Пищепромиздат, 1966.
[10] *Чугунова Н.И.* Руководство по изучению возраста и роста рыб. — М.: Изд-во АН СССР, 1959.

STABILITY OF MIXOSPORIDEOUS INVASION OF THE FRESH-WATER FISH TO THE INFLUENCE OF CONTAMINATION

A.V. Kalashnikova

Chair Veterinary sanitary expert, Department of Veterinary Medicine
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology
named after K.I. Skryabin
Scryabin str., 23, Moscow, Russia, 109472

N.V. Kuzmina, A.N. Nukkanov

Chair Zoohigiene and Therapeutics
Department of Veterinary Medicine
Yakut State Agricultural Academy
Krasilnikova str., 15, Yakutsk, Russia, 677007

The article describes the peculiarities of mixosporideous invasion of the fresh-water fish under current ecological and toxicological conditions of the middle Lena river and its tributaries as the most polluted by mining industry and settlements basins within the administrative territory of the Republic of Sakha (Yakutia).