

Коммунальное загрязнение р. Лена в окрестностях г. Якутска и его роль в распространении дифиллоботриоза

Т.А. Платонов*, Н.В. Кузьмина**, И.И. Бочкарев**, А.Н. Нюкканов**

* Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Якутск

** Якутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Якутск

Основным источником загрязнения р. Лена является сброс неочищенных сточных вод г. Якутска. В настоящее время в городе функционируют канализационные очистные сооружения (КОС) механической очистки производительностью 35 тыс. м³/сут. Обеззараживание производится жидким хлором. Сброс сточных вод осуществляется по двум трубопроводам в р. Лена в 1,5 км ниже основного водосбора. На КОС поступает 50–55 тыс. м³ сточных вод в сутки. Одна третья часть хозяйственно-бытовых сточных вод г. Якутска через сливную станцию поступает в основной коллектор и без очистки сбрасывается в р. Лена. Водный фактор оказывает существенное влияние на уровень заболеваемости населения инфекционными и инвазионными заболеваниями, передающимися фекально-оральным путем. Заболеваемость населения г. Якутска острыми кишечными инфекциями ежегодно составляет в среднем 1000 случаев на 100 000 чел., дифиллоботриозом – 900 случаев на 100 000 чел., что указывает на высокую степень загрязнения реки коммунальными отходами. Для выявления экологической обусловленности распространения инфекционных и инвазионных болезней среди населения г. Якутска нами проведены исследования проб воды на наличие санитарно-показательных микроорганизмов. Исследования показали широкую циркуляцию и высокий уровень содержания санитарно-показательных микроорганизмов. Колиформные бактерии за 2005–2010 гг. составили 7839,9 КОЕ в 1 л. Наибольшая степень загрязнения наблюдается весной в период паводка 240 КОЕ в 100 мл. Содержание термотолерантных колиформных бактерий во всех пробах не соответствует гигиеническим нормативам (СанПиН 2.1.5.980-00) и доходит до 24000 КОЕ в 100 мл. Общее микробное число в период наблюдения варьировало от 4 до 105 КОЕ в 1 мл. Сульфитредуцирующие клостридии и цисты лямблий (*Gardia lamblia* cyst) в среднем за 5 лет составили 1,93 КОЕ в 20 мл и 3,2 цист в 25 л, соответственно. Наличие санитарно-показательных микроорганизмов в среднем течении р. Лена указывает на существенное загрязнение акватории коммунальными отходами г. Якутска, что ведет к распространению заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями и дифиллоботриозом.

Ключевые слова: коммунальное загрязнение реки, санитарно-показательные микроорганизмы.

The main source of pollution of the Lena river is the discharge of unpurified sewage water in Yakutsk city. Currently there are sewage mechanical purification works with the capacity of 35 thousand m³/day in the city. They apply liquid chlorine disinfection. Wastewater is discharged through two pipelines into the Lena river 1,5 km lower than the main water production area. 50–55 thousand m³/day of wastewater come to sewage mechanical purification works. One third of household waste water through the drain station enters the main collector and without treatment is discharged into the Lena river. The water factor has a significant impact on the level of cases infected by infectious and parasitic diseases transmitted by fecal-oral route. In Yakutsk those infected by intestinal infections annually amount to 1,000 cases on average per 100,000 people, by diphyllobothriasis – 900 cases per 100,000 people, which indicates a high degree of pollution of the river by municipal wastes. To identify environmental conditionality of spread of infectious and parasitic diseases among the population of Yakutsk we have studied water samples for sanitary microorganisms. The studies have shown a wide circulation and high levels of sanitary microorganisms. For 2005-2010 Coliform bacteria amounted to 7839.9 CFU per liter. The greatest degree of contamination is observed during the spring flood – 240 CFU per 100 ml. The content of thermotolerant Coliform bacterias in all samples does not meet the hygienic standards (SanPiN 2.1.5.980-00) and goes up to 24,000 CFU per 100 ml. The total bacterial number during observation varied from 4 to 105 CFU per 1 ml. Sulfite-reducing clostridia (SRC) and

* ПЛАТОНОВ Терентий Афанасьевич – к.б.н., н.с., platonov74@mail.ru; ** КУЗЬМИНА Наталья Васильевна – соискатель, Lucinanatalia58@gmail.com; ** БОЧКАРЕВ Иннокентий Ильич – д.б.н., проф.; ** НЮККАНОВ Аян Николаевич – д.б.н., доцент, ayan1967@mail.ru.

Giardia cysts (Giardia lamblia cyst) on average over 5 years amounted to 1,93 CFU per 20 ml. and 3,2 cysts per 25 l correspondingly. The presence of sanitary microorganisms in the middle of the Lena river indicates significant water pollution by municipal wastes in Yakutsk, which leads to the spread of cases infected by intestinal infections and diphyllbothriasis.

Key words: municipal pollution of the river, sanitary and indicative microorganisms.

В связи с усилением влияния хозяйственной деятельности человека на наземные и пресноводные экосистемы насущными проблемами во всем мире стало загрязнение больших территорий промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками. Во многих пресноводных экосистемах наблюдаются сукцессионные изменения.

Река Лена – главная водная артерия, по своей длине и площади бассейна она занимает первое место в республике. Входит в десятку крупнейших рек мира. Очень малые водотоки (длиной до 10 км) составляют свыше 94 % от общего числа рек республики. Густота речной сети относительно большая – в среднем около 0,5 км/км². В горных районах она достигает 1,0–1,2 км/км², а на Центральноякутской равнине уменьшается до 0,1 км/км².

Основным источником загрязнения р. Лена является сброс неочищенных сточных вод г. Якутска. В настоящее время в городе функционируют канализационные очистные сооружения (КОС) механической очистки производительностью 35 тыс. м³/сут. Обеззараживание производится жидким хлором. Сброс сточных вод осуществляется по двум трубопроводам в р. Лена в 1,5 км ниже основного водозабора. На КОС поступает 50–55 тыс. м³ сточных вод в сутки. Одна третья часть хозяйственно-бытовых сточных вод г. Якутска через сливную станцию поступает в основной коллектор и без очистки сбрасывается в р. Лена [1]. Город Якутск имеет крупнейший речной порт в республике, который является еще одним мощным источником антропогенного воздействия (физического, химического и биологического) на водную среду и ее обитателей [2]. Эксплуатация судов ведет к загрязнению водоемов нефтепродуктами. Сброс в воду с судов фекальных масс ведет к биологическому загрязнению водоемов. С фекальными массами в водоемы попадают яйца лентеца широкого (*Diphyllbothrium latum*), заражение которым происходит при употреблении в пищу полусырой рыбы [3]. Фекальное загрязнение имеет большое эпизоотическое значение в распространении дифиллоботриозной инвазии среди пресноводных рыб р. Лена.

В этой статье мы попытались обобщить и систематизировать информацию последних пяти лет о загрязнении фекальными массами воды

среднего течения р. Лена на основании содержания бактерий группы кишечной палочки. К бактериям группы кишечной палочки относят различных представителей семейства Enterobacteriaceae, родов *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* и др. Это грамотрицательные (Гр(-)), не образующие спор палочки, сбраживающие лактозу с образованием кислоты и газа при 37±0,5 °С в течение 24–48 ч или сбраживающие глюкозу с образованием кислоты и газа при 37±0,5 °С в течение 24 ч и не обладающие оксидазной активностью. По международной классификации такие микроорганизмы относятся к общим колиформным бактериям (ОКБ). Они попадают в воду с испражнениями человека и животных, поэтому обнаружение их свидетельствует о фекальном загрязнении окружающей среды.

Материал и методы исследования. Исследования на наличие санитарно-показательных микроорганизмов проводили с использованием МУК 4.2.1884-04 [4]. Материалом данной работы послужили фондовые материалы ГУП «Водоканал» за 2005–2010 гг., пробы, набранные в районе Даркылахского водозабора.

Результаты исследования и их обсуждение. Как видно из таблицы, в результате пятилетнего цикла исследований (2005–2010 гг.) качества воды среднего течения р. Лена установлены высокий уровень содержания изучаемых микроорганизмов, широкое распространение их на месте водозабора и сезонные колебания уровня загрязнения с нарастанием показателей от периода весеннего паводка к осени.

Колиформные организмы (общие колиформы) Колиформные организмы являются удобными микробными индикаторами качества питьевой воды. Согласно рекомендациям СанПиН, колиформные бактерии не должны обнаруживаться в системах водоснабжения с подготовленной водой. Присутствие же колиформных организмов в воде свидетельствует о ее недостаточной очистке, вторичном загрязнении или о наличии в воде избыточного количества питательных веществ (таблица). Общие колиформные бактерии в среднем за 2005–2010 г. составили 7839,9 КОЕ в 1 л. Наиболее выраженная степень загрязнения наблюдалась в период паводка весной, доходящая до 240 КОЕ в 100 мл. Следует подчеркнуть, что независимо от степени загрязнения изучаемого участка наибольший

КОММУНАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ Р. ЛЕНА В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. ЯКУТСКА

Результаты санитарно-бактериологического анализа воды за 2005–2010 гг.
(место отбора р. Лена в окрестностях г. Якутска)

| Показатели | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | Среднее значение за 2005-2010 гг. | Среднее квадратичное отклонение за 2005-2010 гг. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------|--|
| Общие колиформные бактерии (ОКБ), КОЕ в 1 л | 264,17 | 40215,0 | 541,2 | 152,18 | 2213,83 | 3653,29 | 7839,9 | 19930,5 |
| Термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), КОЕ в 1 л | 206,67 | 40215,0 | 321,6 | 152,18 | 2213,83 | 3653,29 | 7793,8 | 19934,7 |
| Общее микробное число, КОЕ в 1 мл | 18,67 | 21,33 | 19,8 | 21,27 | 29,83 | 29,14 | 23,3 | 18,0 |
| Колифаги, БОЕ в 100 мл | 3,20 | 6,32 | 4,3 | 4,78 | 6,67 | 7,23 | 5,4 | 5,1 |
| Споры сульфитредуцирующих клостридий, КОЕ в 20 мл | 2,92 | 3,33 | 2,4 | 1,55 | 1,25 | 0,14 | 1,93 | 1,96 |
| Цисты лямбий, число цист в 25 л | 0,17 | 0,30 | 3,5 | 4,09 | 4,75 | 6,61 | 3,2 | 2,5 |

уровень содержания отмечается именно в колиформных организмах. Исследования выявили высокую степень загрязнения воды колиформными микроорганизмами в среднем $7839,9 \pm 19930,5$.

Такое высокое бактериальное загрязнение может оказывать влияние и на качество воды биотопов, расположенных выше по течению реки вследствие сгонно-нагонных явлений, способствующих распространению загрязнений вверх по реке (нагонные) и ухудшающих процессы бактериального самоочищения реки за счет сгонных ситуаций, а также повышающих вероятность распространения инвазий рыб, передаваемых из-за коммунального загрязнения.

Термотолерантные колиформные бактерии обладают всеми признаками бактерий семейства Enterobacteriaceae, и, кроме того, ферментируют лактозу с образованием альдегида, кислоты и газа при температуре 44 °С в течение 24 ч. Термотолерантность быстро утрачивается, поэтому обнаружение бактерий с таким свойством свидетельствует о недавнем попадании в воду кишечных бактерий (свежее фекальное загрязнение). Качество речной воды характеризуется низким санитарно-бактериологическим показателем по отношению термотолерантных колиформных бактерий и отражает постоянное поступление в реку значительных биологических загрязнений.

В среднем за изучаемый период содержание выделения термотолерантных колиформных бактерий составило 100%. Средний уровень содержания данных индикаторных микроорганизмов во всех пробах реки не соответствовал гигиеническим нормативам (СанПиН 2.1.5.980-00), причем обращает на себя внимание, что содержание термотолерантных колиформных бактерий в зимний период, в период ледостава, порой значительно выше летнего периода и доходит до 24000 КОЕ в 100 мл в январе 2010 г. Вышеизложенное свидетельствует о том, что в изученном месте наблюдается свежее фекальное загрязнение воды.

Сульфитредуцирующие клостридии (СРК) – это крупные грамположительные спорообразующие палочки, у которых диаметр спор превышает диаметр вегетативной клетки, облигатные анаэробы. Данная группа клостридий обладает свойством восстанавливать сульфиты до сульфидов, что используется при их идентификации. Поскольку способностью редуцировать сульфиты обладают только споровые анаэробы кишечного происхождения, это позволило выделить данную группу микроорганизмов как санитарно-показательную. Доминирующей представитель СРК – Clostridium perfringens. Эта бактерия является постоянным консорбентом кишечного тракта, хотя ее численность значительно ниже, чем E. coli. Споры СРК имеют

высокую устойчивость в окружающей среде, поэтому их обнаружение в воде может свидетельствовать о давнем фекальном загрязнении. Однако, учитывая, что они способны при благоприятных условиях размножаться в окружающей среде (особенно в почве), ценность спор СРК как показателя фекального загрязнения не высока. В то же время СРК относятся к индикаторам биологического загрязнения воды: наличие их спор будет указывать на возможное присутствие сходных по устойчивости цист и ооцист простейших и жизнеспособных яиц гельминтов, что чрезвычайно важно для мониторинга дифиллоботриозной инвазии среди рыб.

Споры клостридий способны существовать в воде значительно дольше, чем колиформные организмы, и они более устойчивы к обеззараживанию. Их присутствие в прошедшей дезинфекцию воде может указывать на ее недостаточную очистку и, следовательно, на то, что устойчивые к обеззараживанию патогенные микроорганизмы могли не погибнуть.

Из-за своей способности к длительному присутствию в воде сульфитредуцирующие клостридии лучше всего подходят для обнаружения периодического или давнего загрязнения.

С другой стороны, именно в силу того, что клостридии имеют тенденцию к выживанию и накапливанию в воде, они могут обнаруживаться намного позднее и дальше от места загрязнения, что может усложнить интерпретацию результатов биологического исследования качества воды.

Именно поэтому, несмотря на свое особое значение, тест на сульфитредуцирующие клостридии не включен ВОЗ в обязательный перечень для рутинного контроля распределительных систем. Тем не менее, этот параметр контролируется российскими санитарными нормами.

Общее микробное число – это количественный показатель, отражающий общее содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды. Данный тест имеет невысокую ценность как индикатор присутствия патогенных микроорганизмов, тем не менее, ОМЧ при 37 °С является важным интегральным санитарным показателем, который позволяет оценить общую микробную обсемененность водного объекта. В период наблюдения этот показатель варьировал в интервале от 4 до 105 КОЕ в 1 мл.

Цисты лямблий (*Gardia Lamblia Cyst*) овальной формы, размером 8–14 мкм в длину и 7–10 мкм в ширину (очистка воды обратным осмосом

дает 100 %-ю гарантию обеззараживания воды – осмос и обратный осмос установки очистки). *Gardia* является одним из самых распространенных паразитов животных, опасных также и для человека.

Нормы СанПиН и USEPA установлены на полное отсутствие данных микроорганизмов в питьевой воде. Отсутствие в воде цист лямблий является важным показателем того, что вода очищена от целого ряда других простейших, таких как покоящиеся стадии (ооцисты) *Cryptosporidium*, амеб, личинки *Diphyllobothrium latum*, а также энтеровирусов. Все перечисленные организмы обладают более высокой устойчивостью к обеззараживанию, чем колиформные и термотолератные колиформные организмы (*E.Coli*), и поэтому отсутствие в воде последних не является гарантией микробиологической безопасности воды. Такую косвенную гарантию и дает отсутствие в воде цист лямблий.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что в изучаемом регионе может иметь место водный путь передачи дифиллоботриозной инвазии среди пресноводных рыб. Тем более, что в пробах в период паводка количество цист лямблий в отдельных пробах достигало 9,3 цист в 25 л.

Заключение

Таким образом, санитарно-бактериологический мониторинг качества воды р. Лена в окрестностях г. Якутска показал широкую циркуляцию и высокий уровень содержания санитарно-показательных микроорганизмов. Мониторинг фекального загрязнения водных объектов позволит повысить надежность санитарно-бактериологического контроля качества воды водных объектов и эпизоотической безопасности воды для пресноводных рыб р. Лена.

Литература

1. *Савилов Е.Д.* Эколого-эпидемическая оценка качества вод реки Лены /Е.Д. Савилов, Ю.А. Долженко, А.П. Протождяконов и др. – Новосибирск: Наука, 2006. – 136 с.
2. *Чистяков Г.Е.* Водные ресурсы рек Якутии. – М.: Наука, 1964.
3. *Зачесов В.П., Филоненко В.Г.* Транспорт Якутии: проблемы материально-технического обеспечения. – Новосибирск: Сибирское соглашение, 2000. – 316 с.
4. МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов». – М., 2005.

Поступила в редакцию 16.03.2015