

Результаты оценки качества питьевой воды, доочищенной бытовыми угольно-цеолитовыми фильтрами АРГО

(Материалы представлены на секции «Вода и здоровье» на 8-м международном конгрессе «Вода: экология и технология», проходившем в Москве 3-6 июня 2008 го-да)

А. П. Михайлова,

д.м.н, лаборатория морфологии и клеточных культур, ГУ НЦКиЭМ СО РАМН,

В. А. Саломатин,

к.т.н., директор,

Н.Ф. Соболева,

главный технолог ООО «Сибирь-Цео»

В современных городских условиях вода подвергается очистке на городских очистных сооружениях, после чего поступает в разводящую сеть. Перед Россией в XXI веке встала серьезная проблема: высокая степень изношенности трубопроводов разводящих сетей и, как следствие, вторичное загрязнение предварительно очищенной воды. Для населения одним из наиболее простых и доступных способов избавиться от вторичного загрязнения водопроводной воды является использование бытовых фильтров.

Гигиеническое значение устройств доочистки воды вообще и бытовых фильтров в частности состоит в том, что они не только нейтрализуют воздействие неблагоприятных факторов на качество питьевой воды, но и улучшают его. Ниже пойдет речь о воде, доочищенной угольно-цеолитовыми фильтрами серии АРГО.

По химической структуре цеолиты – это алюмосиликаты. Их скелетная структура

содержит пустоты, занятые крупными ионами и молекулами воды, что приводит к ионному обмену и обратимой дегидратации. Кристаллическая решётка цеолитов сформирована тетраэдрами, в центрах которых находятся атомы кремния и алюминия, а в вершинах – атомы кислорода. Суммарный отрицательный заряд атомов кислорода не скомпенсирован суммарным положительным зарядом атомов кремния и алюминия, поэтому кристаллическая решётка несёт в себе избыточный отрицательный заряд. Это приводит к тому, что во внутренних полостях цеолитов содержится много катионов, в основном щелочных и щелочноземельных металлов, которые могут заменять друг друга. Таким образом, цеолиты обладают свойством ионообменника. Примечательной особенностью цеолитов является наличие системы пустот и каналов в их структуре, которые могут составлять до 50% от общего объёма цеолита, что обуславливает его ценность как сорбента. Входные отверстия каналов в полости цеолитов, образованные кольцами из атомов кислорода, – наиболее узкие места каналов. Формой и размерами этих окон определяются величины ионов и молекул, которые могут проникнуть в полости, на чём основано применение цеолитов в качестве молекулярных сит. Цеолиты характеризуются высокой ионообменной селективностью к радиоактивным элементам, сорбционной способностью к тяжёлым металлам, фенолу, аммонийному азоту и др. Это и многое другое определяет всё



В.Ф. Варава, Н.Ф. Соболева, О.В. Грачева, В.А. Саломатин

более возрастающий интерес к цеолитам на протяжении последних десятилетий со стороны специалистов, работающих в области водоподготовки.

Результаты химического анализа воды

ООО «Сибирь-Цео» в течение 10 лет выпускает бытовые угольно-цеолитовые фильтры для доочистки воды серии АРГО. Результаты исследований и испы-

Таблица 1. Результаты санитарно-гигиенических исследований воды, доочищенной угольно-цеолитовыми фильтрами серии АРГО (водопроводная вода).

Наименование показателей	Единицы измерений	ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01	Результаты исследований	
			Водопроводный кран	Вода после фильтра
Запах	баллы	2	3	0
Привкус	баллы	2	3	0
Цветность	град	20	30,3	12,3
Мутность	мг/л	1,5	5,2	<0,5
Железо	мг/л	0,3	0,615	0,02
Марганец	мг/л	0,1	0,52	0,028



Таблица 2. Результаты санитарно-гигиенических исследований воды, доочищенной угольно-цеолитовыми фильтрами серии АРГО (модельный раствор).

Наименование показателей	Единицы измерений	ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01	Результаты исследований	
			Модельный раствор	Вода после фильтра
Бензол	мг/л	0,01 ^к)	0,059	0,0043

таний фильтров на модельных растворах, регулярно проводимые совместно с Испытательной лабораторией Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «Федеральное государственное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Новосибирской области», свидетельствуют, что эффективность очистки по железу составляет 92% (с 2,8 мг/л до 0,22 мг/л), нефтепродуктов – 92% (с 0,99 мг/л до 0,075 мг/л), по свинцу – 63% (с 0,32 мг/л до 0,12 мг/л), по пестицидам: ДДТ – 87% (с 0,015 мг/л до 0,002 мг/л), 2,4-Д – 68% (с 0,280 мг/л до 0,090 мг/л), бензолу – 92,7% (с 0,0590 мг/л до 0,0043 мг/л).

Отдельные результаты санитарно-гигиенических исследований водопроводной воды и воды, доочищенной с помощью угольно-цеолитовых фильтров, приведены в табл. 1 и 2.

Метод биоиндикации

Тем не менее, несмотря на высокую эффективность очистки воды тем или иным устройством, в настоящее время всё более актуальным становится не только требование безопасности, но и полезности воды, в частности, биологической пригодности (или ценности) воды.

Оценить биологическую пригодность воды для удовлетворения питьевых потребностей человека (когда, по существу, мы имеем дело с воздействиями, суммирующимися между собой по неаддитивному принципу) можно по степени выраженности и особенностям ответа биологической системы (человек, экспериментальные животные, клеточные

культуры). В этом случае биологическая система (человек и/или клетка) является индикатором такого сложного и непрогнозируемого взаимодействия. Преимущество биоиндикаторов состоит в том, что механизм обменных процессов у них близок к человеку, и здесь возможны корреляции. Следует подчеркнуть, что метод биоиндикации с использованием клеточных культур с успехом может заменить опыты на лабораторных животных.

Биоиндикация – это обнаружение биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ.

Ниже приведены результаты исследований методом биоиндикации водопроводной воды и той же воды, профильтрованной через угольно-цеолитовый фильтр серии АРГО.

Результаты исследований методом биоиндикации

Чтобы показать морфологическую картину воздействия воды на клеточную культуру, нами было проведено исследование на клеточном уровне. Клеточная культура применялась нами как экспресс метод определения качества воды и проведения биомониторинга в течение нескольких суток для определения свойств воды, а именно: исследование водопроводной воды и водопроводной воды, профильтрованной через угольно-цеолитовый фильтр, для определения ее пригодности в качестве питьевой воды и ее активности для повышения жизнеспособности клеток; сравнительный анализ отфильтрованной

и водопроводной воды с точки зрения воздействия на клеточную культуру.

С этой целью изучались активирующие свойства – плотность роста клеточной культуры (SP), митотическая активность клеточного монослоя (МА%) – деление клеток, токсичность, определение синтеза общего белка выросшего клеточного монослоя.

Исследования проводились на клеточной культуре НЕР-2, утверждённой ВОЗ для проведения экспериментальных исследований по общей принятой методике культивирования клеток.

Результаты исследований методом биоиндикации проб воды, пропущенной через фильтр, а также исходной водопроводной воды, представлены в виде фотографий клеточной культуры с описанием морфологии с временной экспозицией 6 суток и статистического обобщения параметров SP и МА, сведённые в таблицу.

Анализ результатов биомониторинга и выводы

В наших исследованиях методом биоиндикации мы оцениваем биологическую полноценность воды для организма человека, используя клеточную культуру НЕР-2 как экспресс-метод оценки биотропных свойств воды.

1. Для водопроводной воды по сравнению с контрольной культурой характерно:

– понижение на всех временных интервалах значений плотности роста клеточной культуры (на 10–36%) и угнетение митотической активности (на 33–57%);

Таблица 3. Результаты биомониторинга на клеточной культуре человека.

Проба	Показатель	Временные интервалы		
		48 часов	72 часа	144 часа
Контрольная культура	SP	76,1±0,8	75,8±0,7	77,2±0,6
	МА (%)	0,6	0,7	0,7
	Белок, мг/л	51,2	51,3	51,3
Вода водопроводная	SP	68,3±0,5	57,6±0,6	49,6±0,4
	МА (%)	0,4	0,3	0,3
	Белок, мг/л	47,1	44,2	43,1
Водопроводная вода, пропущенная через угольно-цеолитовый фильтр	SP	90,5±0,9	93,6±1,1	96,3±1,1
	МА (%)	1,1	1,2	1,3
	Белок, мг/л	69,3	71,7	70,3

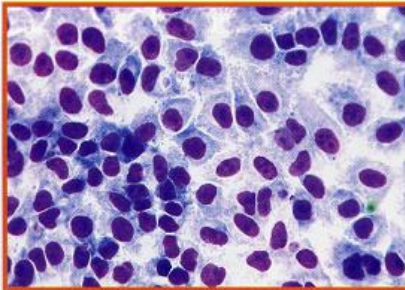


Фото 1.
Контрольная культура (6 сут.)

Густой монослой.
Местами клетки расположены многослойно.
Монослой живой, здоровый.
Встречаются митозы.

Увеличение X 400.



Фото 2.
Клеточный монослой на водопроводной воде (6 сут.)

Единичные клетки измененной формы с погибающими ядрами.
Монослой нежизнеспособен – погибает.

Увеличение X 400.

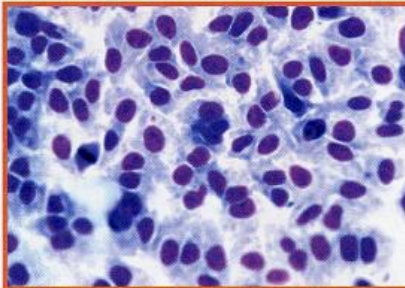


Фото 3.
Клеточный монослой на воде после угольно-цеолитового фильтра АРГО (6 сут.)

Густой монослой. Клетки плотно прилегают друг к другу. Монослой живой, хорошо растущий. Митозы. Митотическая активность выше (0,8–0,9%). Высокие значения синтеза белка по сравнению с контрольной культурой. Синтез белка высок – 70,8 0/00. Увеличение X 400.

– снижение количества белка (на 8-16%), что свидетельствует о снижении жизнеспособности клеточного монослоя.

2. Для водопроводной воды, пропущенной через угольно-цеолитовый фильтр АРГО, по сравнению с исходной водой из-под крана, характерно:

– повышение роста клеточной культуры (на 32–94%) и митотической активности клеточного монослоя (в 1,75-3 раза);

– повышение количества белка (на 47-62%), что свидетельствует о повышении жизнеспособности клеточного монослоя. Клеточный монослой плотный, здоровый, прозрачная цитоплазма, крупные ядра.

Полученные результаты позволяют утверждать, что угольно-цеолитовые фильтры серии АРГО доводят воду до уровня, когда она становится активной для

роста клеточной культуры и существенно повышают жизнеспособность клеточного монослоя по сравнению с водопроводной водой (понятие «активная вода» рассматривается в [4]). Вода после угольно-цеолитового фильтра АРГО не токсична для клеточной культуры и рекомендована в качестве питьевой.

Проведенный в течение 6 суток биомониторинг показал, что вода, пропущенная через фильтр, не только сохранила свои свойства доброкачественной питьевой воды, но повысила свою активность: монослой блестящий, здоровый (см. фото 1, фото 2, фото 3), количество клеток и деление увеличилось, что видно из таблицы и по возросшим цифрам общего белка.

Список литературы

1. Миклашевский Н.В., Королькова С.В. (2000). Системы очистки и бытовые фильтры. Чистая вода, Дюссельдорф, Киев, Москва, Санкт-Петербург: «Арлит», 121-122.
2. Михайлова Л.П., Саломатин В.А., Соболева Н.Ф. (2007). Бытовые угольно-цеолитовые фильтры в системе питьевого водоснабжения. Сборник статей и докладов, представленных на IX Международный симпозиум «Чистая вода России – 2007», стр. 304-306.
3. Михайлова Л.П., Игнатович Н.В., Гапонова Е.С. (1995). Изучение влияния водопроводной воды г. Надыма на жизнеспособность и метаболизм клеточной культуры человека методом биоиндикации. 2-я Международная научно-практическая конференция «Проблемы охраны здоровья и социальные аспекты освоения газовых и нефтяных месторождений в Арктических регионах», г. Надым, 48-49.
4. Вода – космическое явление. Под ред. Рахманина Ю.А., Кондратова В.К. (2002), М.:РАЕН, 5.

