

на основе трековых мембран в биологической активации воды

Першина Е.Д., к.х.н., доцент, кафедра физической и аналитической химии, Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского, г. Симферополь

Со времен Гиппократов перед человечеством стоит проблема питьевой воды. Именно он, древний врач и основатель медицинской этики, советовал кипятить и фильтровать воду, прежде чем пить ее. Прошли столетия, однако проблемы питьевой воды не утратили своей актуальности. Более того, они приобрели глобальный характер. И на сегодняшний день мы имеем следующее:

Более 2 млрд. человек практически не имеют возможности пользоваться чистой питьевой водой. Из-за нехватки качественной питьевой воды в мире ежегодно умирает свыше 10 млн. человек, причем от болезней, вызванных такой водой, умирают 5 млн. новорожденных в год. Ежегодно из-за нехватки воды или ее загрязнения болеет более полу-миллиарда людей, а, по данным Всемирной организации здравоохранения, почти 80% всех заболеваний вызваны именно некачественной питьевой водой. Потребление воды, содержащей примеси тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть и многие другие), вызывает поражение центральной нервной системы, почек, печени, сердечно-сосудистой системы,

кожные и онкозаболевания, а также врожденные аномалии. Холера, брюшной тиф, дизентерия и другие инфекционные болезни распространяются также с загрязненной питьевой водой. При этом системы пресной воды во всем мире (а это менее 3% всей воды на планете) деградируют и с каждым годом способны снабжать пригодной для питья влагой все меньшее количество людей, животных и растений (1).

А как же обстоят дела в Украине? По данным санитарно-эпидемиологической службы: централизованным водоснабжением охвачено более 75% населения Украины. По этому показателю мы занимаем 36-е место среди стран Европы. Из 48 млн. граждан Украины централизованным во-

доснабжением пользуется около 30–35 млн., водой из колодцев – 11 млн. и более 800 тыс. чел. в 13 областях Украины вынуждены потреблять исключительно привозную воду, которая зачастую очень низкого качества и поэтому не безопасна для здоровья.

Серьезную тревогу вызывает состояние наших водопроводов: многие из них не отвечают санитарным нормам. В результате более 12% проб водопроводной питьевой воды не отвечают требованиям по санитарно-гигиеническим показателям, а более 5% – по бактериологическим. (И это при том, что вода контролируется лишь по 54 показателям, вместо 100, рекомендуемых ВОЗ, и 150 принятых в Европе!). Во многом это связано с таким весьма рас-

пространенным явлением, как периодические отключения воды. Это приводит к застоным явлениям, развитию в водопроводной сети возбудителей инфекционных болезней бактериальной и вирусной природы, образованию опасных концентраций вредных химических соединений.

Особая ситуация с водой наблюдается в сельской местности. Централизованное водоснабжение имеется лишь в 25% сел, причем почти десятая часть сельских водопроводов вообще не имеют права функционировать из-за отсутствия санитарной охраны, комплекса очистных сооружений, обеззараживающих установок. Поэтому в сельской местности в среднем около 20% проб не отвечают нормативам по санитарно-гигиеническим показателям, а более 7% – по бактериологическим. Качество же воды из источников децентрализованного водоснабжения вообще не выдерживает никакой критики. Более 30% проб питьевой воды не отвечают нормативам по санитарно-гигиеническим показателям, 20–25% – по бактериологическим (2). Какой же выход? А выход в данной ситуации только один – использовать локальные и индивидуальные очистные устройства, и не последнее место в этом ряду занимают фильтры на основе трековой мембраны "NEROX", выпускаемые ЗАО Научно-производственным предприятием "Симпэкс" (г. Симферополь).

В этом контексте появляются вопросы: – Так что же такое чистая вода? Каковы критерии качества воды? И как же оценивать ее биологическое сродство к живым организмам и человеку? И, наконец, какую воду пить?

Вопросы, на которые ответить весьма нелегко. Ведь человечество создало 25 миллионов хими-

ческих соединений, которые находятся в окружающей среде. Ежегодно вследствие развития науки и производства туда попадает еще до 1,5 млн. новых соединений. Это означает, что даже проведенный на высоком уровне анализ качества воды не даст ответа на вопрос, подходящая эта вода для питья или нет. (В связи с этим, кстати, увеличение количества показателей, по которым тестируется вода, – тупиковый путь.) В природе происходит трансформация химических соединений, они взаимодействуют друг с другом, образуют принципиально новые формы с новыми свойствами. Иногда относительно безопасные химические вещества вместе могут создавать токсичные компоненты. Именно эти послышки и положили начало новым представлениям о чистой воде. Так появилось новое понятие – структурированность воды. Попробуем разобраться в том, что же понимается под структурированностью, и рассмотрим возможные варианты получения такой воды.

■ СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРУКТУРЕ ЖИДКОЙ ВОДЫ

С середины 20-го столетия, когда экологические проблемы еще не стояли столь остро перед человечеством, хотя глобальный задел на разрушение был уже создан, начались первые исследования структуры воды. Научный интерес основывался в первую очередь на "аномальности" физико-химических свойств этого соединения: удельная теплоемкость жидкой воды, как известно, наибольшая среди всех веществ (2 раза выше, чем у льда). В то время как у большинства простых веществ (металлов) в процессе плавления теплоемкость практически не изменяется. А у веществ

из многоатомных молекул она, как правило, уменьшается при плавлении (3). Позже был сделан вывод о том, что воду можно рассматривать как твердое тело, потому что молярная теплоемкость воды, составляющая 18 кал/(моль ° град), точно равна теоретической молярной теплоемкости твердого тела с трехатомными кристаллами (4). И тогда появились первые теории тетраэдрической или льдоподобной модели воды (рис. 1)

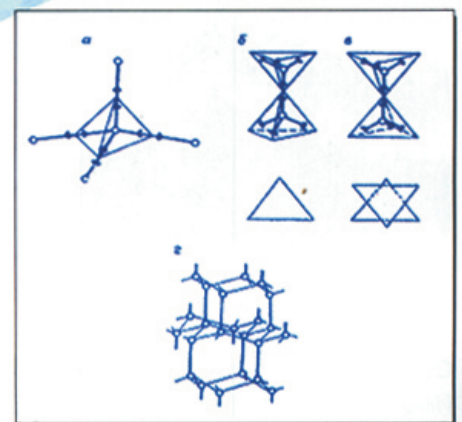
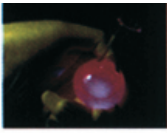


Рис. 1. Льдоподобная модель воды

- а – элементарный водный тетраэдр (светлые кружки – атомы кислорода, черные половинки – возможные положения протонов на водородной связи);
- б – зеркально-симметричное расположение тетраэдров;
- в – центрально-симметричное расположение;
- г – расположение кислородных центров в структуре обычного льда.

Позже на основании изучения таких структур Колесниковым была высказана гипотеза равновесности существования право- и левовинтовой воды. Что согласовывалось с имеющимися медико-биологическими исследованиями: в биологических тканях и структурах наблюдаются только либо лево-, либо правовинтовые образования. Пример тому – белковые молекулы, построенные только из левовинтовых аминокислот и закрученные только по левовинтовой спирали. А вот сахара в живой природе – все только пра-



вовинтовые. Никто пока не смог объяснить, почему в живой природе обнаруживается такое предпочтение к левому в одних случаях и к правому – в других. Ведь в неживой природе с равной вероятностью встречаются как правые, так и левовинтовые молекулы.

Например, в (5) описаны опыты с растворами сахара в воде. Их концентрацию определяют, измеряя угол поворота плоскости поляризации света при прохождении его через раствор. Она поворачивается потому, что молекулы сахара, как и большинство молекул других органических соединений, представляют собой в пространстве спиральные или квазиспиральные структуры, группы атомов в которых расположены по вершинам тетраэдра. В сахаре, получаемом из свеклы или тростника, молекулы закручены почему-то только по правовинтовой спирали. Потому-то плоскость поляризации света, проходящего через раствор такого сахара, поворачивается вправо, и угол поворота зависит от концентрации сахара в растворе. Этот метод, открытый французским физиком Ж. Био еще в 1815 г., оказался совершенно непригодным для измерения концентрации растворов искусственного сахара, полученного синтетическим путем, ибо в том право- и левовинтовые молекулы содержатся в равной мере.

Как еще в 1848 г. доказал ставший потом знаменитым французский бактериолог Луи Пастер, кристаллы этих двух типов в искусственном сахаре можно отличить друг от друга под микроскопом и разделить, осторожно отбирая их пинцетом. Другой эксперимент с сахаром заключался в том, что его раствором кормили бактерии. Сахар, полученный из свеклы, бактерии съедали полностью. А

при питании искусственным сахаром они съедали только половину. Раствор оставшейся половины поворачивал плоскость поляризации света уже в левом направлении. Бактерии не ели левовинтовой сахар! Но как они различают правовинтовую от левовинтового? Ответа у биологов до сих пор нет, как нет и ответа на вопрос, почему живым структурам присуща только определенная спиральность.

С другой стороны, для многих уже стали привычными термины "живая" и "мертвая" вода. Первая способствует развитию живых организмов, вторая для них бесполезна, если не вредна. Мало того, уже научились даже получать искусственно "живую" воду – одни путем омагничивания обыкновенной воды, другие путем растапливания обыкновенного льда (талая вода). Также установлено, что правовинтовые электромагнитные поля благотворно влияют на живые организмы, а левовращательные угнетают их. Из всего этого сделано предположение, что "живой" является вода с левовинтовой структурой, а "мертвой" – с правой. И становятся понятными эксперименты с омагничиванием воды: при определенной ориентации магнитного поля, рождаемого, как известно, круговыми электрическими токами, в проходящей через него струе воды начинают преобладать правовинтовые тетрамеры, пригодные для усвоения организмами, что отражается на ее поляризации. (рис.2). В талой воде число право- и левовинтовых тетрамеров одинаково. Но зато как тех, так и других в ней много больше, чем в застойной воде, гретшейся на солнце. Ведь тетрамеров больше всего в воде в момент таяния льда. Поэтому когда животные или растения пьют талую воду, они из каждого ее литра могут усваивать

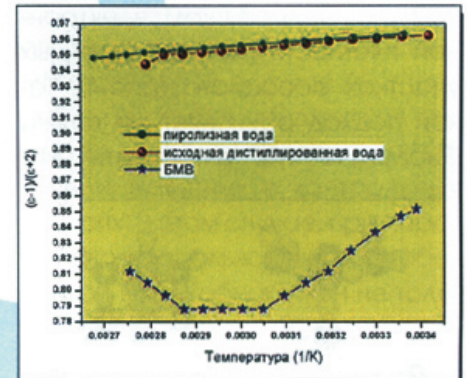


Рис. 2. Поляризационные кривые воды, прошедшей обработку электро-магнитными полями (БМВ), пиролизной и дистиллированной воды по данным авторов (6)

больше "живой" воды, чем из литра стоялой воды, частично уже потерявшей свою структуру. Так в чем же особенность этой структуры?

В последнее десятилетие, было установлено, что жидкая вода имеет сложную пространственную структуру (7) (рис.3), которая может трансформироваться с левым или правым поворотом и иметь дефекты. Сложность заключается в наличии нескольких видов организаций структуры (подобно белкам и аминокислотам) в сочетании с высокой протонной подвижностью. Последняя и обуславливает возникновение двух видов дефектов, связанных с избыт-

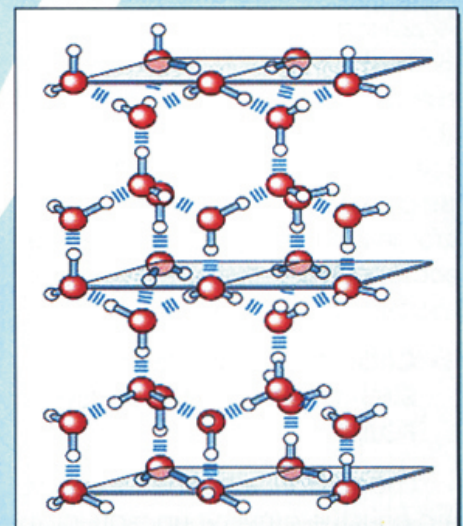


Рис. 3. Структура жидкой воды



ком или недостатком электронной плотности на определенных участках ассоциата (рис.4). Такой подход объясняет не только биологическую активность "жи-

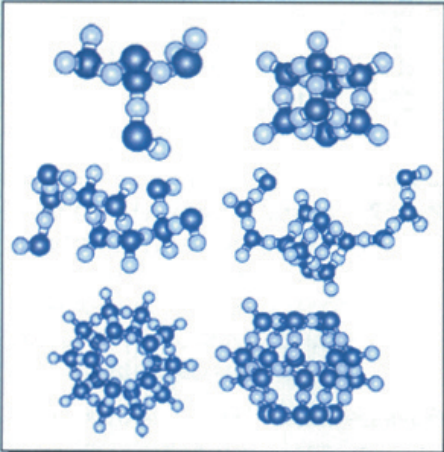


Рис. 4. Структура некоторых (8) n-дефектных ассоциатов $H_{11}O_5$, $H_{17}O_8$, $H_{21}O_{10}$, $H_{29}O_{14}$, $H_{41}O_{20}$ -эндо-Н-фуллерен, $H_{41}O_{20}$ -экзо-Н-фуллерен (слева направо).

вой" воды, но и негативное влияние загрязнений, которые вызывают разрыв первичной структуры, при котором становится невозможным процесс "залечивания" дефектов. Так, ионы тяжелых металлов, экранируя протон, не дают образовываться ассоциатам с более высокой организацией. А бактерии, поглощающие левопоротные ассоциаты, уменьшают их долю в общем объеме воды.

Таким образом, структурированность воды или ее биологическая активность, связана, прежде всего, с соотношением этих двух типов ассоциатов. Естественно, что чем выше будет процент левосторонних структур, тем лучшего качества окажется вода.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ВОДЫ

Итак, становится очевидным, что понятие структурированности воды и её чистота взаимосвязаны.

При этом способ получения такой воды должен сочетать в себе как очистку от бактерий и ионов тяжелых металлов, так и получение преобладания левосторонних ассоциатов. Какой же способ на сегодняшний день позволяет достичь таких результатов? На первый взгляд ответ напрашивается сам – использовать талую воду. Но, к сожалению, темп современной жизни и потребность в воде делают практически невозможным использование этого способа из-за его длительности и значительного энергопотребления. Кроме того, не все примеси удаляются вымораживанием. Ведь даже во льдах Антарктиды обнаружены пестициды и ионы тяжелых металлов. Следовательно, нужна замена. И она появилась – это трековые мембраны и фильтры "NEROX" на ее основе.

Мембранный фильтр "NEROX", представляет собой трековую мембрану на основе пленки из

лавсана, которая обрабатывается потоком высокоэнергетических ионов криптона, ускоряемых в циклотроне. Энергия ионов находится ниже энергии ядерного излучения, но является достаточной для образования отверстий в материале. Щелочная обработка трека (травление) и активирует поверхность полимера и создает условия для формирования левосторонних ассоциатов. Диаметр пор от 0,2 до 0,4 мкм позволяет проводить высокоэффективную очистку от бактерий и ионов тяжелых металлов, а количество пор в пленке до миллиарда на 1 см² дает возможность быстро проводить процесс (рис.5).

Кроме того, такая мембрана достаточно проста в эксплуатации и обслуживании. Качество фильтрации показано на рис. 5-8. На рис. 6 показана мембрана после эксплуатации в течение непродолжительного времени при фильтрации водопроводной

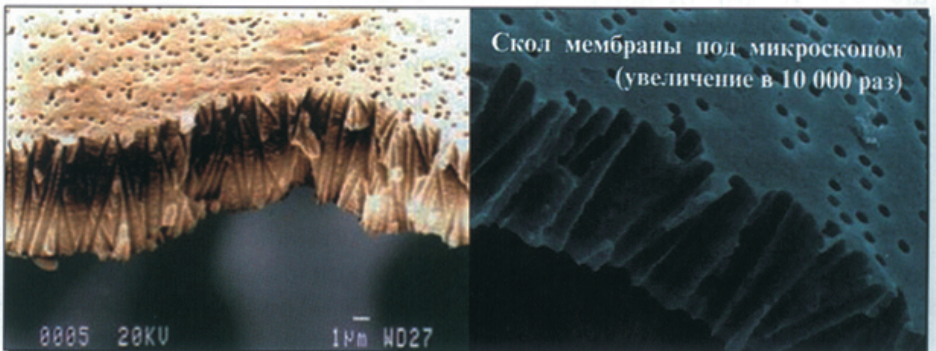


Рис. 5. Трековые фильтровальные мембраны

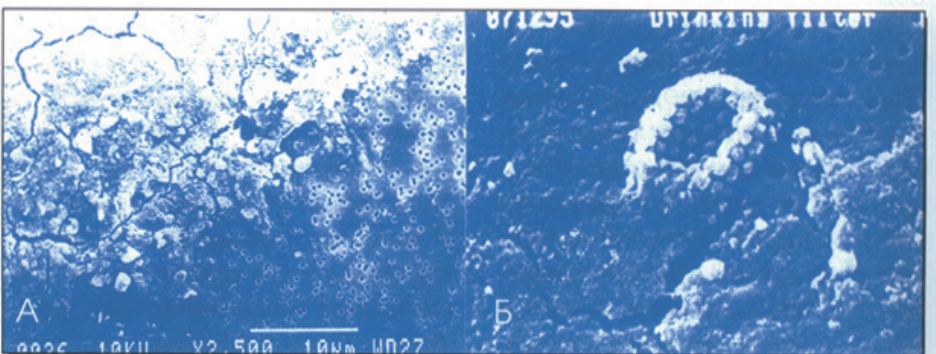
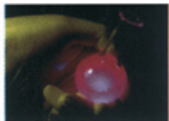


Рис. 6. Поверхность трековой мембраны после промывки (А) и до (Б) отфильтрованной водопроводной воды



воды. Затем часть мембраны промыта водой. Хорошо видно, какое количество различных загрязнений остается на мембране.

По данным электронной микроскопии было установлено, что такой мембраной задерживаются и другие загрязнения, в том числе и различные бактерии, вызывающие тяжелые инфекционные заболевания. (рис. 7–9). Таким образом, фильтры на основе трековых мембран обладают двойным действием: с одной стороны диаметр пор препятствует проникновению практически всех бактерий и высокомолекулярных соединений (молекула обыкновенного красителя "прямого черного" имеет размер – 0,415 мкм, а практически все белки и нуклеиновые кислоты более 1 мкм), с другой стороны – за счет формирования электростатических сил внутри трека проводит безреагентную модификацию воды.

Электронная микроскопия в сочетании с другими химическими и микробиологическими методами контроля показали высокую эффективность очистки воды с применением фильтров "NEROX". При фильтрации полностью удаляются: кишечная палочка, сальмонелла, холерный вибрион, пестициды, хлорорганические соединения, 3-х валентное железо, свыше 90 % очистки от ионов тяжелых металлов, алюминия и мышьяка. Высокая (свыше 50%) степень очистки от радионуклидов. На фоне таких показателей этот фильтр позволил получить воду с высокой степенью биологической структурированности, которая была тестирована с использованием электрохимических методов. Сравнительный анализ широкого спектра воды: природной, талой, после различной физико-химической обработки (фильтрация, омагничивание,

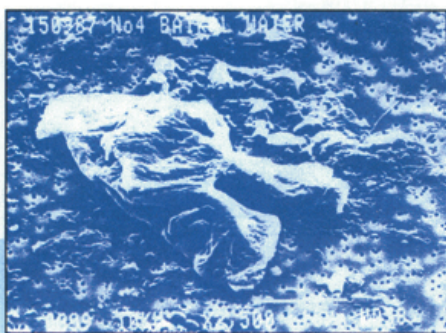


Рис. 7. Свинец, отфильтрованный трековой мембраной в Байкальской воде.

обратный осмос, использование сорбентов и т.д.), а также бутылированной воды, показал высокую степень биологической структурированности, т.е. преобладание левосторонних ассоциатов, воды после трековой мембраны (рис.10), что позволяет сделать вывод об активации воды в процессе фильтрации.

О чем же говорят эти результаты? Прежде всего, о том, что такая вода может конкурировать с водой, обработанной пространственно-неоднородными электромагнитными полями. Ведь известно, что добавка такой воды к макрофагам мыши в 3–4 раза повышает продукцию фактора некроза опухолей. Столь же значительная стимуляция фактора некроза опухолей отмечается и на уровне целого организма при пероральном потреблении. В этих условиях также в 1,5 раза возрастает активность естественных киллерных клеток селе-

зенки. Также были проведены опыты на мышах-опухоленосителях с солидной формой АКЭ (асцитная карцинома Эрлиха). А эта форма опухолей приводит к 100% гибели животных в контрольных случаях. В этом случае, при пероральном использовании обработанной воды, обнаружен не только эффект торможения развития опухолей (защитный эффект), но и зарегистрировали отсроченный положительный результат, показавший полное излечение приблизительно 30% животных (лечебный эффект). Опыты с обработанной водой в комбинации с цитостатиками показали, что такая вода хорошо сочетается с этими препаратами – эффекты от воды и цитостатиков взаимно усиливаются (9–11). Все это делает такие фильтры практически универсальными в использовании, и позволяют предположить их высокую эффективность в получении биологически активной воды.

В заключении хотелось бы отметить, что, проходя через треки фильтра "NEROX", вода претерпевает значительное энергетическое воздействие, связанное с влиянием поверхностных электростатических сил, что сказывается на соотношении биологически активных и неактивных ассоциатах. Следовательно, такая вода становится биологически активной, что позволяет прогнозировать возможность ее примене-

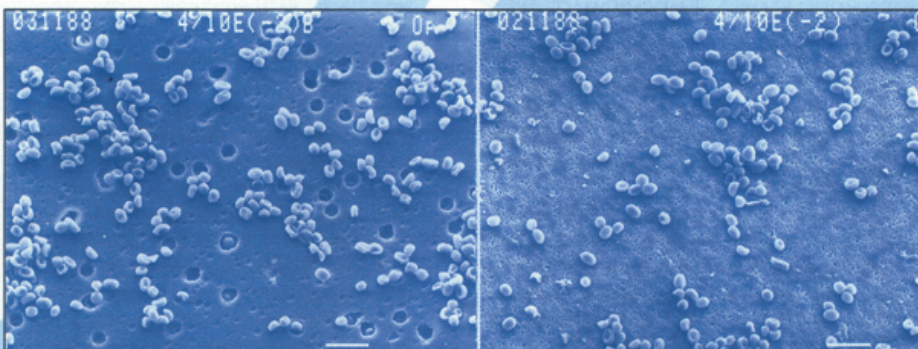


Рис. 8. Отфильтрованные колонии бактерий и микроорганизмов

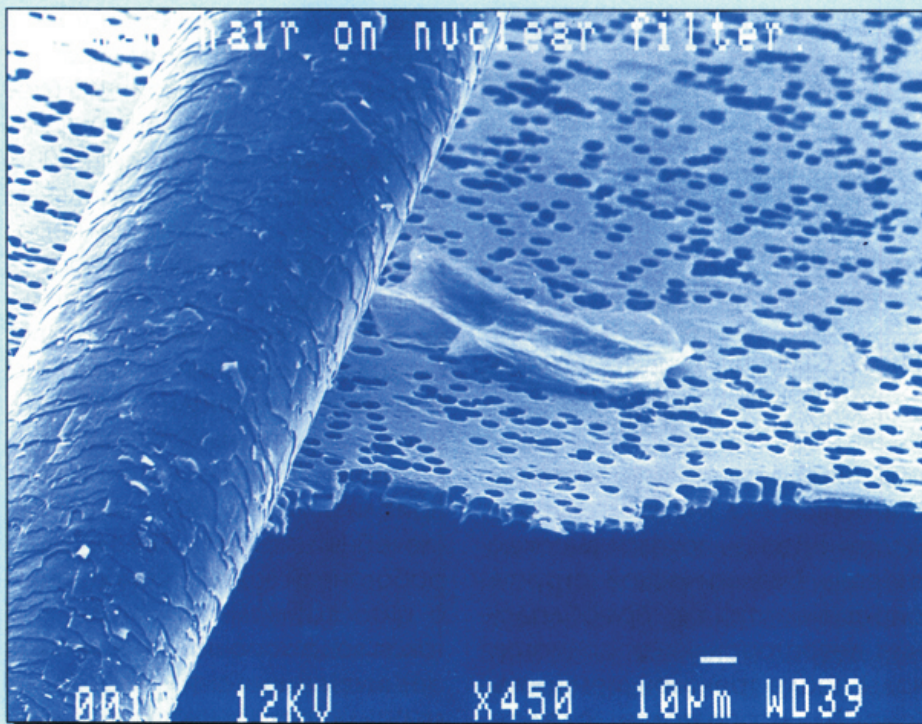


Рис. 9. Человеческий волос на фоне мембраны.

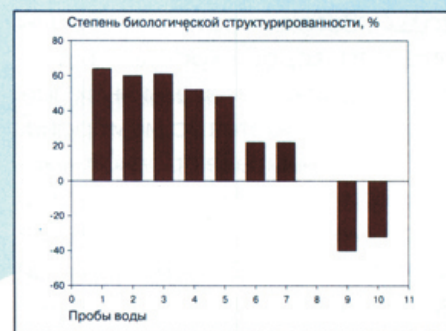


Рис. 10. Степень биологической структурированности воды

- 1 – талая вода, обработанная пространственно-неоднородными полями
- 2 – водопроводная вода, пропущенная через фильтр "NEROX"
- 3 – дистиллированная вода, пропущенная через фильтр "NEROX"
- 4 – вода BONAQUA без газа
- 5 – дистиллированная вода, пропущенная через фильтровальную бумагу
- 6 – водопроводная вода, пропущенная через очистную установку "Zepter"
- 7 – водопроводная вода, пропущенная через фильтр "Ива"
- 8 – дистиллированная вода без кислорода
- 9 – газированная вода BONAQUA
- 10 – водопроводная не фильтрованная вода

ния в качестве иммуномодулятора (для коррекции иммунного статуса), в практике лечения злокачественных новообразований и в терапии различных вирусных заболеваний. Кроме того, имеются различные модификации этих фильтров, которые могут удовлет-

ворить потребность в такой воде широких слоев населения.

Производитель, ЗАО Научно-производственное предприятие "Симпэкс" (г. Симферополь), выпускает фильтр на основе трековой мембраны под разными торговыми марками: "Ecowater",

"Edelstar", "Hyflux", "NIDIN", "Родник здоровья", что является следствием многочисленных положительных свойств воды, пропущенной через фильтр "NEROX", и растущей популярностью прибора среди широкого круга потребителей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. П.Ревелль, Ч.Ревелль. Среда нашего обитания. Кн.2 "Загрязнение воды и воздуха". М.: "Мир", 1995. 296С.
2. Материалы газеты "Зеркало недели" от 14.10. 2006 г
3. Антонченко В.Я., Давыдов А.С., Ильин В.В. Основы физики воды. – Киев: Наукова думка, 1991. – 672 с.
4. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л.: Гидрометиздат, 1975-с. 35–42.
5. J.W.Shin, N.I.Hammer, E.G.Diken, M.A.Johnson, R.S.Walters, T.D.Jaeger, M.A.Duncan, R.A.Christie and K.D.Jordan KD, Infrared signature of structures associated with the H+(H2O)n (n=6 to 27) clusters, Science 304 (2004) 1137–1140.
6. Ю.В.Гуляев, С.М.Еремин, И.А.Марков, Е.Г.Новоселова, В.В.Новиков, Ю.А.Тен, Е.Е.Фесенко Физико-химические свойства безреагентно – модифицированной воды и ее биологическая активность // Ж. Радиоэлектроники 2005. -№11.
7. В.В.Гончарук, В.Н.Смирнов, А.В.Сыроешкин, В.В. Маляренко. Кластеры и гигантские гетерофазные кластеры воды // Химия и технология воды, – 2007, 29.-№1, С. 3–17.
8. Роль нейтральных дефектов в структурной химии жидкой воды/ Г.А.Домрачев, Д.А.Селивановский, Е.Г.Домрачева, Л.Г.Домрачева, А.И.Лазарев, П.А.Стунжас, С.Ф.Шишканов, В.А.Вакс// Ж.Структ. Хим., 45, № 4 С. 670 – 677.
9. В.В.Новиков, А.С.Лисицын, Е.Е.Фесенко, Ф.К.Алюшев, С.М.Еремин, И.А.Марков, Ю.А.Тен. Гидролиз Б – цепи инсулина быка в бидистиллированной модифицированной воде // Биофизика.2001. Т.46, В.2. С.242–244.
8. Ю.П.Швецов, В.В.Новиков, Е.Е.Фесенко, Ф.К.Алюшев, С.М.Еремин, И.А.Марков, Ю.А.Тен. Снижение РНК-зависимой ДНК-полимеразной активности рекомбинантной обратной транскриптазы вируса иммунодефицита человека в бидистиллированной модифицированной воде // Биофизика.2001. Т.46, В.2. С.379–380.
9. Е.Е.Фесенко, Е.Г.Новоселова, В.Б.Огай, Т.А.Агафонова, О.В.Глушкова, О.А.Синотова, Ф.К.Алюшев, С.М.Еремин, И.А.Марков, Ю.А.Тен. Иммуномодулирующие свойства бидистиллированной модифицированной воды // Биофизика.2001. Т.46, В.2. С.353–358.
10. В.В.Новиков, Е.Е.Фесенко. Гидролиз ряда пептидов и белков в слабых комбинированных постоянном и низкочастотном переменном магнитных полях // Биофизика.2001. Т.46, В.2. С.235–241.
11. Е.Г.Новоселова, В.Б.Огай, О.В.Сорокина, В.В.Новиков, Е.Е.Фесенко. Влияние электромагнитных волн сантиметрового диапазона и комбинированного магнитного поля на продукцию фактора некроза опухолей в клетках мышей с экспериментальными опухолями // Биофизика.2001. Т.46, В.1. С. 131–135.