



Д. н., проф. Игнат Игнатов

Игнат Игнатов, доктор Европейской академии естественных наук (Германия), профессор, болгарский биофизик и исследователь воды, директор Научно-исследовательского центра медицинской биофизики (НИЦМБ). Главное научное направление проф. И. Игнатова связано с исследованиями структуры воды, информационных свойств воды и происхождением живой материи. Автор 300 научных работ и нескольких книг. Награждён международной премией им Вернадского по альтернативной медицине и биофизике (2003 г.), Швейцарской премией по альтернативной медицине и биофизике – Швейцарская премия (2003 г.) и Премией им. Чижевского (2005 г.).



Олег Викторович Мосин

Российский исследователь воды, биохимик, канд. хим. наук, доц., член Японского Общества биохимии, биотехнологии и бионауки и других международных академий. Научные интересы - изучение структуры воды, воздействия на воду, изотопные эффекты дейтерия, клеточная адаптация к тяжелой воде, молекулярная эволюция, биотехнология изотопно-меченых природных соединений. Автор 250 научных работ по воде и водоочистке.

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ВОДЫ И ДОЛГОЛЕТИЕ

© *Игнатов И., Мосин О.В.*

Доктор наук, проф. И. Игнатов (Болгария)

к.х.н. О.В. Мосин (Россия)

Контакт с автором: mosin-oleg@yandex.ru

Аннотация. В статье приводятся данные о изотопном составе и структуре природных вод, содержанию в них дейтерия и его влиянию на метаболические процессы. Показано, что повышенные содержания дейтерия приводят к изменениям физиологических, морфологических и цитологических характеристик клетки, а также оказывают негативное влияние на клеточный метаболизм. Методом ИК-спектроскопии исследованы различные образцы воды с различным содержанием дейтерия, полученные из Болгарских источников и сыворотки крови. Показана зависимость между сниженным содержанием дейтерия в потребляемой питьевой воде и феноменом долгожительства Болгарских долгожителей. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости потребления воды со сниженным содержанием дейтерия, качеству которой удовлетворяет горная вода из Болгарских источников.

Ключевые слова: дейтерий, тяжелая вода, долголетие, горная вода

1. Введение

Вопрос о продолжении жизни всегда волновал человечество. В настоящее время существует несколько теорий, объясняющих первичные причины физиологического старения организма. Старение как процесс, ведущий к снижению физиологических функций организма и их недостаточности, ограничению адаптационных возможностей, развитию возрастной патологии и в конечном итоге к увеличению вероятности смерти, является частью нормального онтогенеза и обусловлено теми же процессами, которые приводят к повышению функциональной активности различных систем организма в более ранние периоды жизни. Возможно, что эти процессы наряду с другими процессами (рост, развитие организма и др.) запрограммированы в человеческом геноме и биологическом механизме регуляции. Подобно другим процессам развития, старение ускоряется под влиянием определенных экзо- и эндогенных факторов и

протекает у разных индивидуумов с разной скоростью, которая зависит в т. ч. от генетических различий, факторов окружающей среды и др. Наилучшие шансы на долголетие дает долголетие ближайших прямых генетических предков. Как показывают экспериментальные данные, старение можно замедлить, ограничивая на 40–50% калорийность пищевого рациона, например, известно, что тощие крысы в среднем живут в 1,5 раз дольше, чем жирные [1]. При этом задерживаются физиологические дегенеративные изменения, характерные для процесса старения.

С генетической точки зрения процесс старения связан с нарушением генетической программы развития всего организма и постепенным накоплением ошибок в процессе репликации и транскрипции молекулы ДНК в процессе синтеза белков. Транскрипционный мутагенез происходит, когда клетки производят с поврежденной ДНК во время транскрипции дефектные мРНК, что вызывает синтез и накопление мутантных белков.

Старение может быть также связано с накоплением соматических мутаций в геноме и повреждениями молекул ДНК вследствие воздействия свободных радикалов (в основном кислород и первичные продукты окислительного метаболизма) и ионизирующих излучений [2]. Такие мутации могут снижать способность клеток к нормальному делению и росту. Повреждение мутациями молекул ДНК, в свою очередь вызывает большое количество ответных реакций клетки: ингибирование репликации и транскрипции, нарушение клеточного цикла деления, транскрипционный мутагенез, клеточное старение и в конечном результате гибель клеток.

С точки зрения динамики старение является нелинейным нарастающим во времени биологическим процессом. При этом скорость старения увеличивается со временем, т. е. накопление ошибок в геноме человека со временем экспоненциально нарастает, достигнув определенного стационарного максимума к концу жизни. Так, взятые у пожилых людей клетки показывают снижение транскрипции при переносе информации от ДНК к РНК. По этой причине вероятность возникновения раковых заболеваний увеличивается с возрастом [3].

Вода является основой жизнедеятельности организма. Живые организмы на 65-70% состоят из воды. Вода входит в состав физиологических жидкостей организма и играет роль внутренней среды, в которой функционируют жизненно-важные биохимические процессы с участием ферментов и питательных веществ. В информационном плане вода на структурном уровне несет информацию о метаболических процессах и старении. Проведенные ранее нами исследования показали роль воды, ее изотопного

состава, физико-химических и информационных свойств воды в процессе жизнедеятельности прокариотических и эукариотических организмов [4–6]. Показано, что информационные свойства воды связаны с изменением структуры и перегруппировок внутри водных ассоциатов (кластеров), в которых молекулы связаны Ван-дер-ваальсовыми, диполь–дипольными и другими силами и взаимодействиями с переносом заряда, включая водородную Н...О-связь, общей формулы $(\text{H}_2\text{O})_n$, где n по последним данным составляет 3–27 и более единиц.

Важным показателем качества воды является ее изотопный состав. Природная вода на 99,7 мол.% состоит из H_2^{16}O , молекулы которой образованы природными атомами водорода ^1H и кислорода ^{16}O . Оставшиеся 0,3 мол.% представлены т. н. изотопологами - изотопными разновидностями молекул воды. В качестве изотопологов в любой природной воде присутствуют тяжелоокислородная (H_2^{17}O и H_2^{18}O), тяжелая (D_2^{16}O) и тритиевая (сверхтяжелая) вода (T_2^{16}O), две последние из которых токсичны. Количество природных изотопологов воды, где атомы Н, D, T, ^{16}O , ^{17}O и ^{18}O находятся в различных комбинациях, составляет 18, в которых 9 комбинаций составляют нерадиоактивные и 9 радиоактивные тяжелые воды с участием трития. Тяжелые разновидности воды по своим физико-химическим свойствам и негативному воздействию на организм существенно отличаются от обычной воды и способны ингибировать метаболизм. Поэтому необходимо проводить изотопное фракционирование воды, т. е. очищать воду от тяжелых изотопов. Сейчас работы по улучшению изотопного качества воды ведутся во всех странах мира, включая Болгарию и Россию.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния изотопного состава потребляемой воды и содержание в ней дейтерия на феномен долгожительства долгожителей Болгарии и исследование сыворотки крови методом ИК-спектроскопии.

2. Экспериментальная часть

Материалы и методы

Исследования 1%-ного раствора человеческой сыворотки крови проведены методом ИК-спектрального анализа неравновесного энергетического спектра (НЭС) и дифференциального неравновесного энергетического спектра (ДНЭС). Образцы проб сыворотки крови были предоставлены Н. Наневой (Общинная больница Тетевена (Болгария)). Исследовались 2 группы людей в возрасте 50–70 лет. К первой группе

(контрольная группа) относились люди с отличным состоянием здоровья. Во вторую группу входили больные в критическом состоянии и больные злокачественными опухолями. В качестве основного биофизического параметра исследовалась средняя энергия водородных связей ($\Delta E_{H...O}$) между молекулами воды в кровяной сыворотке.

ИК-спектры регистрировали на Фурье-ИК спектрометре Brucker Vertex ("Brucker", ФРГ) (спектральный диапазон: средний ИК – $370\text{--}7800\text{ см}^{-1}$; видимый – $2500\text{--}8000\text{ см}^{-1}$; разрешение – $0,5\text{ см}^{-1}$; точность волнового числа – $0,1\text{ см}^{-1}$ на 2000 см^{-1}).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программы статистического пакета STATISTICA 6, используя критерий t-Стьюдента (при $p < 0,05$).

3. Результаты и их обсуждение

Авторами был проведен анализ феномена долгожительства, для выяснения в каких районах живет больше всего долгожителей и причины этого. Как показывают исследования, долгожители живут, в основном, в горных местностях, где протекают горные реки, питающиеся горными родниками и регулярно потребляют горную воду. Известно, что больше всего долгожителей в России живет в Дагестане и Якутии – 353 и 324 человека на миллион жителей, в то время как в среднем по России – только 8 человек. В Болгарии больше всего долгожителей живет в горах Родопите. Такое же явление наблюдается в долине Хунза в Пакистане.

Еще в 1960–1965 гг. Г. Бердышев, изучавший долгожительство в Якутии и на Алтае, связал долголетие северных народов (якутов и алтайцев) с употреблением талой воды ледников, которые в горах Якутии образовались намного раньше гренландских [7]. Алтайские и бурятские источники умеренно теплые, с температурой $10\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$, вода в них не замерзает зимой. Этот факт Г. Бердышев объяснил тем, что талая вода содержит низкий процент дейтерия по сравнению с питьевой водой, что оказывает положительное действие на клетки тканей и клеточные мембраны и благоприятно воздействует на метаболизм. Талая вода считается хорошим народным средством для повышения физической активности организма. Кроме того, по данным директора Украинского института экологии человека, проф. М.Л. Курика, свежая талая вода оздоравливает организм человека, повышает его иммунитет.

Природный лёд модификации I_h (гексагональная решетка), обычно значительно чище, чем вода, т.к. растворимость всех веществ (кроме NH_4F) во льде крайне низкая.

Растущий кристалл льда всегда стремится создать идеальную кристаллическую решетку и вытесняет посторонние примеси. Талая вода обладает определенной “льдоподобной” структурой, поскольку в ней сохраняются водородные связи между молекулами: образуются ассоциаты - обломки структур льда, состоящих из большего или меньшего числа молекул воды. Однако в отличие от льда каждый ассоциат существует очень короткое время: постоянно происходит разрушение одних и образование других агрегатов (рис. 1). В пустотах таких “ледяных” агрегатов могут размещаться одиночные молекулы воды; при этом упаковка молекул воды становится более плотной. После таяния всего льда температура воды повышается и водородные связи внутри кластеров перестают противостоять возрастающим тепловым колебаниям атомов. При этом специфика межмолекулярных взаимодействий, характерная для структуры льда, сохраняется и в талой воде, так как при плавлении кристалла льда разрушается только 15% всех водородных связей в молекуле. Поэтому присущая льду связь каждой молекулы воды с четырьмя соседними молекулами в значительной степени не нарушается, хотя и наблюдается большая размытость кислородной каркасной решетки. Процессы формирования-распада кластеров происходят с равной вероятностью, и поэтому изменяются во времени свойства талой воды: диэлектрическая проницаемость приходит к своему равновесному состоянию через 15–20 мин, вязкость – через 3–6 сут. Нагревание свежей талой воды выше +37 °С ведет к утрате биологической активности, которая наиболее характерна для такой воды. Сохранение талой воды при температуре +20–22 °С также сопровождается постепенным снижением ее биологической активности: через 16–18 часов она снижается на 50% [8]. Физико-химические свойства и структура талой воды самопроизвольно меняются во времени, приближаясь к свойствам и структуре обычной воды.

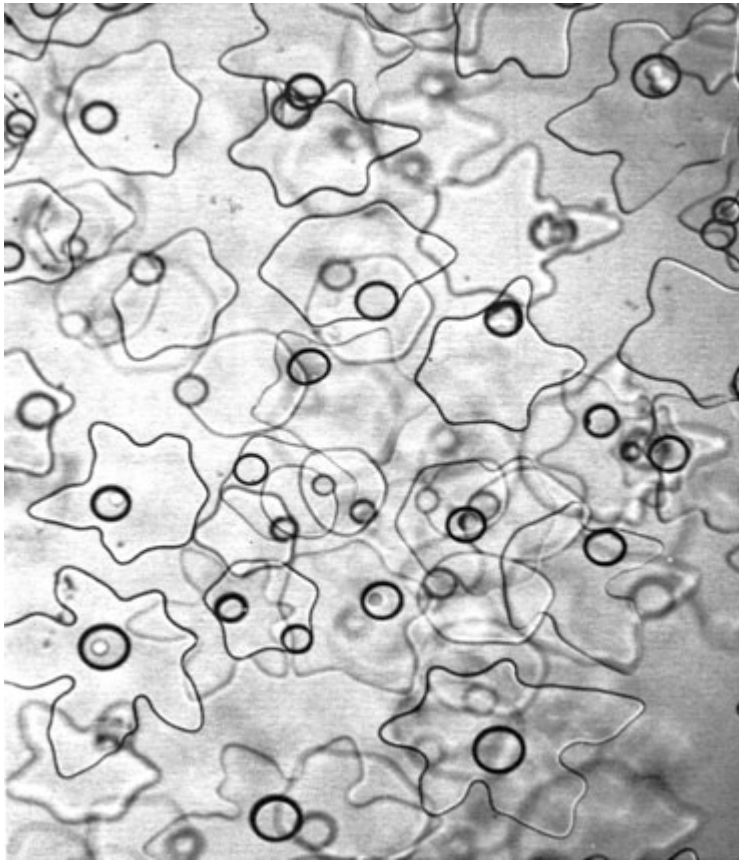


Рис. 1. Структура талой воды по данным компьютерного моделирования с «размытыми» структурами льда.

Анализы воды, полученной из различных источников России и Болгарии показывают, что горная вода в среднем содержит на 3–5% меньшее количество дейтерия в виде HDO, чем речная вода. В природных водах содержание дейтерия распределено неравномерно: от 0,02–0,03 мол.% для речной и морской воды, до 0,015 мол.% для воды из Антарктического льда, – наиболее “обедненной” по дейтерию природной воды с содержанием дейтерия в 1,5 раза меньшим, чем в морской воде. Талая снеговая и ледниковая воды в горах и некоторых других регионах Земли также содержат меньше тяжелой воды, чем обычная питьевая вода. В среднем, в 1 тонне речной воды содержится 150–200 г D₂O. Согласно расчетам, в организм человека на протяжении всей жизни поступает около 80 тонн воды, содержащей в своем составе 10–12 кг дейтерия и значительные количества коррелирующих с ним изотопов водорода и кислорода – D и ¹⁸O. Такое значительное количество тяжелых изотопов водорода и кислорода в составе питьевой воды способно к наступлению половой зрелости человека повредить его гены и привести к развитию некоторых

онкологических заболеваний, а также инициировать старение организма. Тяжёлая вода высокой концентрации токсична для организма; химические реакции в её среде проходят медленнее, по сравнению с обычной водой, водородные связи с участием дейтерия несколько сильнее обычных. Согласно проведенным исследованиям, клетки животных способны выдерживать до 25–30% D₂O, растений – до 60% D₂O, а клетки простейших микроорганизмов способны жить на 90% D₂O. Попадая в организм, тяжелая вода может стать причиной нарушений обмена веществ, работы почек, гормональной регуляции и снижения иммунитета. При больших концентрациях тяжелой воды (дейтерия) в организме подавляются ферментативные реакции, клеточный рост, углеводный обмен и синтез нуклеиновых кислот. Особенно страдают те системы, наиболее чувствительные к замене H⁺ на D⁺, которые используют высокие скорости образования и разрыва водородных связей. Такими системами являются аппарат биосинтеза макромолекул и дыхательная цепь. Последний факт позволяет рассматривать биологическое воздействие тяжелой воды, как комплексное воздействие, действующему одновременно на функциональное состояние большого числа систем: метаболизм, биосинтетические процессы, транспорт веществ, структуру и функции макромолекул. В результате это приводит к гибели клеток в D₂O.

Задача извлечения тяжелых изотопов из воды решается следующими методами – изотопным обменом в присутствии палладия и платины, электролизом воды в сочетании с каталитическим изотопным обменом между водой и водородом, колоночной ректификацией, вакуумным замораживанием холодного пара с последующим оттаиванием и др. Биологическая активность легкой питьевой воды, полученной при одноступенчатой очистке питьевой воды методом электролиза воды в сочетании с каталитическим изотопным обменом между водой и водородом в присутствии палладия и платины подтверждена многочисленными исследованиями и клиническими испытаниями. Эксперименты на животных [9] показали, что при потреблении воды с пониженным на 25–30% содержанием дейтерия свиньи, крысы и мыши дают более крупное и многочисленное потомство, содержание домашней птицы с 6-ти суточного возраста и до половозрелости на бездейтериевой воде приводит к ускоренному развитию половых органов (по размерам и весу) и усилению процесса сперматогенеза, яйценоскость кур повышается почти вдвое, пшеница созревает раньше и дает более высокий урожай. Кроме того, «лёгкая» вода с пониженным содержанием дейтерия задерживает появление первых узелков метастаз на месте перевивки рака

шейки матки, оказывает иммуномоделирующее и радиопротекторное действие [10]. Радиопротекторные свойства легкой воды впервые обнаружены Варнавским И.Н. в экспериментах на *Drosophila melanogaster* [11]. Радиопротекторное действие легкой воды было зарегистрировано при облучении мышей с использованием кобальтовой пушки. Выживаемость животных опытной группы, принимавших «легкую» воду в течение 15 дней перед облучением, оказалась в 2,5 раза выше, чем в контрольной группе (доза облучения 850 R). При этом было обнаружено, что у выживших мышей опытной группы количество лейкоцитов и эритроцитов осталось в пределах нормы, в то время как в контрольной группе оно значительно сократилось.

Потребление «легкой» воды онкологическими больными во время или после сеансов лучевой терапии позволяет восстановить состав крови и снять приступы тошноты после сеансов. По данным Г. Шомлаи, результаты клинических испытаний, проведенных в 1994–2001 гг. в Венгрии, показали, что уровень выживаемости больных, употреблявших «лёгкую» воду в сочетании с традиционными методами лечения или после них значительно выше, чем у больных, использовавших только химио- или лучевую терапию [12].

Исследования «легкой» воды в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П.А. Герцена и в НИИ Канцерогенеза Российского Онкологического Научного центра им. Н.Н. Блохина РАМН совместно с Институтом медико-биологических проблем подтвердили ингибирующие эффекты «легкой» воды на процесс роста различных опухолей и установили, что в среде с более низким, чем природное, содержанием дейтерия деление опухолевых клеток аденокарциномы молочных желез MCF-7 начинается с задержкой на 5-10 часов. У 60% мышей с подавленным иммунитетом и пересаженными грудными человеческими опухолями MDA и MCF-7 прием «легкой» воды вызывал регрессию опухолей. У группы мышей с пересаженной человеческой опухолью простаты РС-3 прием «легкой» воды увеличивал уровень выживаемости на 40%, при этом соотношение числа делящихся клеток к погибшим в опухолях животных опытной группы составляло 1,5 : 3,0, а контрольной группе – 3,6 : 1,0. Особого внимания заслуживают два показателя: задержка метастазирования и потеря веса животных за время экспериментов. Ярко выраженное стимулирующее действие «легкой» воды на иммунную систему животных привело к задержке развития метастазов на 40% по сравнению с контрольной группой, а потеря массы у животных, которые пили легкую воду, к концу опыта была в два раза меньше.

При воздействии на подопытных животных γ -облучением в дозе LD50 обнаружено, что выживаемость животных, употреблявших в течение 15 дней перед облучением легкую воду, в 2,5 раза выше, чем в контрольной группе (доза облучения 850 R), что указывает на радиопротекторные свойства легкой воды. При этом у выживших мышей опытной группы количество лейкоцитов и эритроцитов в крови осталось в пределах нормы, в то время как в контрольной группе оно значительно сократилось. Было отмечено также положительное влияние воды на показатели насыщения тканей печени кислородом: при этом увеличение pO_2 составляло 15%, т. е. дыхание клеток увеличивалось в 1,3 раза. О полезном действии реликтовой воды на здоровье мышей свидетельствовала их повышенная резистентность и увеличение веса по сравнению с контролем. Это означает, что употребление легкой воды для жителей больших городов, в условиях повышенного фона радиации, является обоснованным. Лёгкая вода увеличивает скорость метаболических реакций, например, при старении, метаболическом синдроме, диабете и т. п.

Исследования биологической активности реликтовой воды с различным содержанием дейтерия, полученной на установке ВИН-7 Надія, на активность сперматозоидов, были проведены в 1998 г. в Институте экогигиены и токсикологии им. Л. Медведя Минздрава Украины. В пробах реликтовой воды из установки ВИН-7 Надія сперматозоиды дольше сохраняют свою функциональную активность, и она повышается по мере снижения содержания дейтерия в воде. Если принять во внимание общеизвестный факт о том, что воспроизводство жизни связано с потенциалом жизнедеятельности половых клеток, то станет ясно значение реликтовой воды для будущих поколений.

Медико-биологические свойства «легкой» воды в 1995 г. исследовались на кафедре общей и молекулярной генетики Киевского национального университета им. Т. Шевченко на дрозофиле – общепризнанным живым модельным объектом для различных биологических и медицинских экспериментов. Исследовалось действие трех видов воды на весь цикл зарождения и развития *Drosophila melanogaster* линии Oregon — на яйцекладку, выход личинок из яйца, куколок из личинки и взрослых особей (имаго) из куколок. В ходе этих экспериментов были обнаружены геропротекторные (омолаживающие), радиозащитные и антимуtagenные эффекты воздействия реликтовой воды с пониженным содержанием дейтерия на 5% на дрозофилу в процессе ее развития.

В.И. Бадьин провел измерения динамики снижения содержания дейтерия в организме 4-х месячных телят, которых поили водой изотопного состава HDO с пониженным содержанием дейтерия. Для эксперимента были отобраны три здоровых теленка 4-х месячного возраста. Каждый из них помещался в отдельное стойло. Перед началом эксперимента у животных были взяты пробы мочи, крови и волосяные покровы. Животных измеряли для определения веса. В течение эксперимента телят кормили сеном (1,5–2 кг/сут.) и комбикормом (2 кг/сут.) и поили их очищенной водой с добавкой тяжелой воды с известным изотопным сдвигом протий/дейтерий. Затем на 2, 5 и 7-й день эксперимента у животных отбирали мочу и кровь, в которых определяли содержание дейтерия, а также макро- и микроэлементов. Каждый день у телят измеряли пульс, частоту дыхания и температуру тела. Было установлено, что концентрация дейтерия в моче животных до начала эксперимента оказалась примерно равной концентрации дейтерия в природных водах. О.В. Мосином и другими авторами получены результаты по биологическим эффектам D_2O и адаптации к ней клеток [13–15].

Исследование ИК-спектра воды в составе физиологических жидкостей (моча, кровь) сыворотки крови тоже может ответить на вопрос о долголетию, поскольку ИК-спектр отражает метаболические процессы. Авторами были проведены исследования 1%-ного раствора кровяной сыворотки методом спектрального анализа неравновесного энергетического спектра (НЭС) и дифференциального неравновесного энергетического спектра (ДНЭС) двух групп людей в возрасте между 50 и 70 лет со злокачественными заболеваниями (рис. 2) [16, 17]. К контрольной группе относились люди с отличным состоянием здоровья. В качестве основного биофизического параметра исследовалась средняя энергия водородных связей ($\Delta E_{\text{H}\dots\text{O}}$) между молекулами воды в кровяной сыворотке. В результате получается разница между ДНЭС ИК-спектром 1%-ного раствора кровяной сыворотки (НЭС) и контрольной пробы дейонизированной воды (НЕС). Спектр–ДНЭС, полученный от первой группы, обладал локальными максимумами энергии $\Delta E_{\text{H}\dots\text{O}}$ при $-9,1 \pm 1,1 \text{ } \mu\text{eV}$, а от второй – $-1,6 \pm 1,1 \text{ } \mu\text{eV}$. Между результатами двух групп существует статистическая разница по t – критерию Стьюдента при $p < 0,05$. Вода в человеческом организме обладает ИК-спектром, который отражает структуру воды и метаболические процессы. Величина наибольшего локального максимума $\Delta E_{\text{H}\dots\text{O}}$ в ИК-спектре сыворотки крови у контрольной группы здоровых людей наблюдается при $-0,1387 \text{ eV}$ или при длине волны – $8,95 \text{ } \mu\text{m}$. У группы людей в критическом для жизни состоянии и больных со злокачественными опухолями

величины наибольших локальных максимумов в ИК-спектре смещаются к более низким энергиям по отношению к контрольной группе.

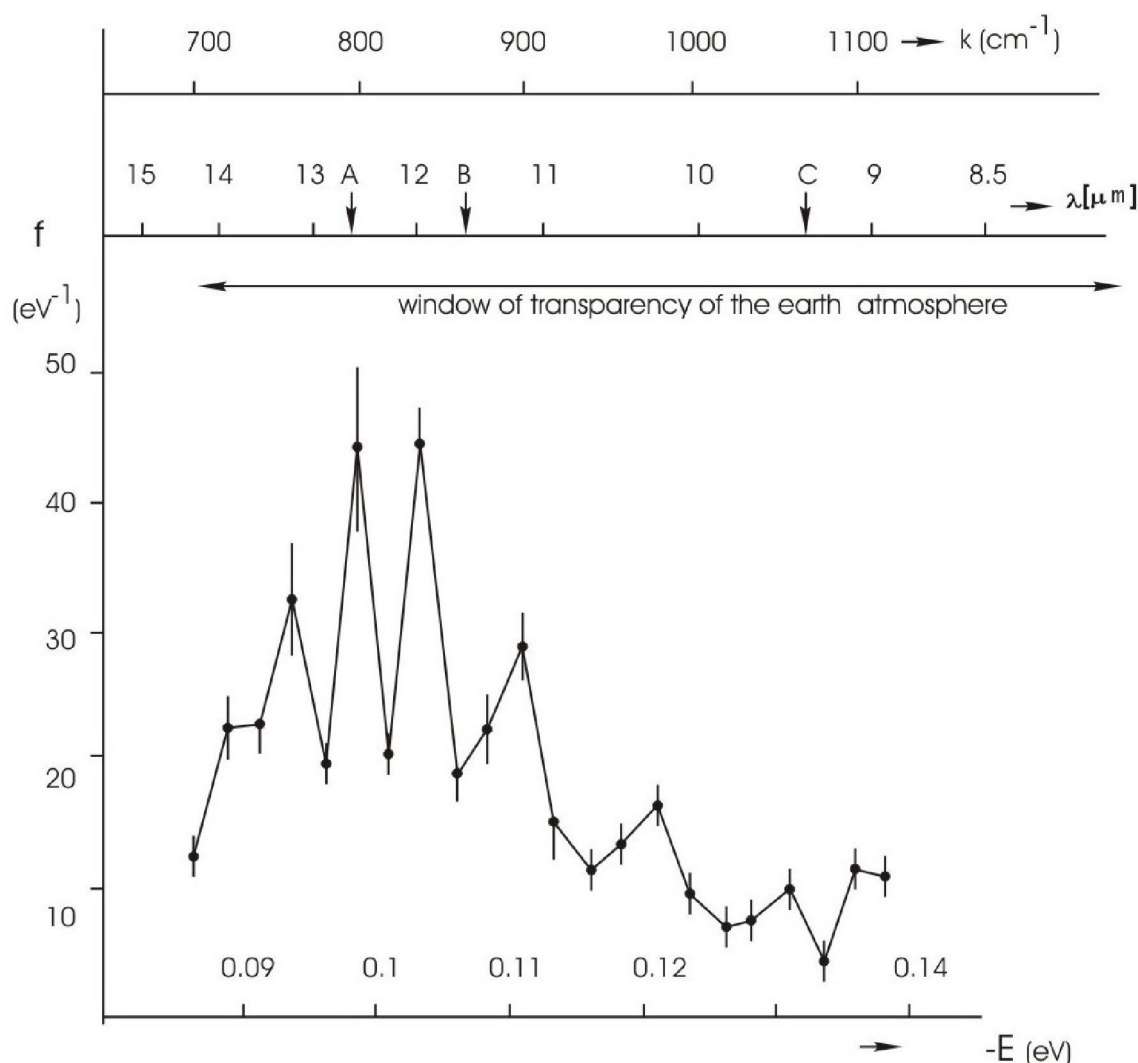


Рис. 2. Дифференциальный неравновесный энергетический спектр (ДНЭС) деионизированной воды (хим. чистота 99,99 %, рН 6,5-7,5, общая минерализация 400 мг/л, удельная электропроводность 10 мкСм/см). [17].

В ИК-спектре поглощения кровяной сыворотки детектируются пики при 8,55; 8,58; 8,70; 8,77; 8,85; 9,10; 9,35 и 9,76 μm . Полученный в ИК-спектре пик при 8,95 μm приближается к полученному российскими исследователями пику при 8,85 μm . У контрольной группы здоровых людей средняя величина функции распределения по энергии $f(E)$ при 8,95 μm составляла 75,3 eV, а у группы людей в критическом состоянии – 24,1 eV. Уровень достоверности полученных результатов – $p < 0.05$ по t-

критерию. С увеличением возраста кровных родственников–долгожителей, функция распределения по энергиям при $-0,1387$ eV уменьшается. В этой группой испытуемых был получен результат при ДНЭС $-5,5 \pm 1,1$ μ eV, при разнице в возрасте 20-25 лет по отношению к контрольной группе.

4. Заключение

Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что изотопный состав воды и наличие в ней дейтерия может оказывать влияние на жизненные процессы, протекающие в клетке и метаболизм и может стать причиной преждевременного старения. Наиболее благоприятна для потребления горная вода, со сниженным содержанием дейтерия. В Болгарии больше всего долгожителей живет в горах Родопите, ИК-спектр горных вод которых наиболее похож на ИК-спектр сыворотки крови здорового человека при 8.95 μ m. Схожие характеристики имеют горные воды из Тетевена, Бояны и др.

Исследования кровяной сыворотки методом ДНЭС показывают, что анализируя среднюю энергию водородных связей и функции распределения по энергиям, можно сделать статус жизненного состояния человека и продолжительности жизни, связанной с ним. Из этих данных можно заключить, что вода в человеческом организме обладает ИК-спектром, который несет в себе информацию о жизни. На характеристики ИК-спектра воды оказывает влияние и наличие дейтерия в ней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Weindruch R. The retardation of aging in mice by dietary restriction: longevity, cancer, immunity and lifetime energy intake // *Journal Nutrition*. 1986. Vol. 116(4). P. 641–54.
2. Woodhead R. // *Molecular Biology of Aging*. NY: Basic Life Science. 1984. Vol. 35. P. 34–37.
3. Orgel L. The Maintenance of the Accuracy of Protein Synthesis and Its Relevance to Aging // *Biochemistry*. 1963. Vol. 49. P. 517–521.
4. Мосин О.В. Дейтерий, тяжелая вода, эволюция и жизнь // *Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение*. 2009. № 8. С. 64–70.
5. Мосин О. В., Игнатов И. Структура воды и физическая реальность // *Сознание и физическая реальность*. 2011. Т. 10. № 6. С. 16–32.

6. Ignatov I. Entropy and time in living organisms /Archiveuromedica, Hanover, 2011, 115 p.
7. Бердышев Г. Г. Реальность долголетия и иллюзия бессмертия, Киев: Политиздат Украины, 1989. 89 с.
8. Мосин О. В., Игнатов И. Загадки ледяных кристаллов // Сознание и физическая реальность. 2012. № 5. С. 16–29.
9. Синяк Ю.Е., Левинских М.А., Гайдадымов В.В., Гуськова Е.И., Сигналова О.Б., Дерендяева Т.А.. Влияние воды с пониженным содержанием дейтерия на культивирование высших растений: *Arabidopsis thaliana* и *Brassica rapa*. Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях. // Материалы Российской конференции. 2000. Москва, Т. 2, с. 90.
10. Bild W. and at “Research concerning the radioprotective and immunostimulating effects of deuterium-depleted water” // Rom. J. Physiol. 1999. Vol. 36(3–4). P. 205–218.
11. Варнавский И.Н. Новая технология и установка для получения очищенной биологически активной целебной питьевой воды, Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва, 2000.
12. Somlyai G. et al. The biological effect of deuterium-depleted water. A possible new tool in cancer therapy // Anticancer Research International Journal. 2001. Vol. 21. № 3, P. 123–128.
13. Мосин О.В, Складнев Д.А., Швец В.И. Исследование физиологической адаптации бактерий на тяжёловодородной среде // Биотехнология. 1999. № 8, с. 16–30.
14. Мосин О.В., Игнатов И. Изотопные эффекты дейтерия в клетках бактерий и микроводорослей // Вода: химия и экология. 2012. № 3. С. 83–94.
15. Mosin O. V., Shvez V. I, Skladnev D. A., Ignatov I. Microbial synthesis of deuterium-labeled L-finilalanin facultative methylotroph bacterium *Brevibacterium methylicum* in medium containing different concentrations of heavy water // Biopharmaceutical journal. 2012. № 1. P. 11–22.
16. Ignatov I. Conference on the Physics, Chemistry and Biology of water, Water in the Human Body is Information Bearer about Longevity, NY: Vermont Photonics, 2012, 154 p.
17. Antonov A. Mountain Observatory on Musalla OM2 /in: Bulgarian Academy of Science, Sofia, 1993, 76 p.