

УДК 541.123.11:548.75

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ВОДЫ И ДОЛГОЛЕТИЕ

Игнат Игнатов

*Научно-исследовательский центр медицинской биофизики (НИЦМБ),
1111, София, ул. Н. Коперника, 6, Болгария
mbioph@dir.bg*

Олег Викторович Мосин

*Московский государственный университет прикладной биотехнологии,
109316, Москва, ул. Талалихина, д. 33,
mosin-oleg@yandex.ru*

дейтерий, тяжелая вода, долголетие, горная вода

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. Исследованы различные образцы воды с различным содержанием дейтерия, полученные из Болгарских источников. Показана зависимость между сниженным содержанием дейтерия в потребляемой питьевой воде и феноменом долгожительства. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости потребления воды со сниженным содержанием дейтерия, качеству которой удовлетворяет горная вода Болгарских источников.

ISOTOPIC COMPOSITION OF WATER AD LONGERIVITY

I. Ignatov¹, O.V. Mosin²

¹ *Scientific Research Center of Medical Biophysics (SRCMB), 1111, Sofia, N. Kopernik, 6, Bulgaria, e-mail: mbioph@dir.bg*

² *Moscow State university of applied biotechnology, 109316, Moscow, Talalikhina, 33, e-mail: mosin-oleg@yandex.ru*

deuterium, heavy water, longevity, mountain water

It is submitted the data on isotope composition and structure of natural water, contents of deuterium and its influence on metabolic processes. It is shown, that the increased contents of deuterium lead to changes of physiological, morphological and cytologic characteristics of cell, and also render negative influence on a cellular metabolism. Various samples of water with the various contents of deuterium, received from Bulgarian sources were investigated. Dependence between the reduced contents of дейтерия in consumed drinking water and a phenomenon of longevity is shown. The obtained results testify to necessity of consumption of water with the reduced contents of deuterium to which quality satisfies mountain water.

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о продолжительности 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. 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.

Оскар Бергер и Рональд Ли показывают, что продолжительность жизни людей значительно увеличилась с XIX по XXI век, а это не может быть связано преимущественно с геномом. Главными факторами они определяют качественную воду, еду и улучшение качества медицины [2]. В Болгарии средняя продолжительность жизни с 1935 по 1939 г. составляла 51,75 г., а с 2008 по 2010 г. - 73,60 г.

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 [3]. 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. к. 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. Орджел показал, что по этой причине вероятность возникновения раковых заболеваний увеличивается с возрастом (Рис. 1) [4].

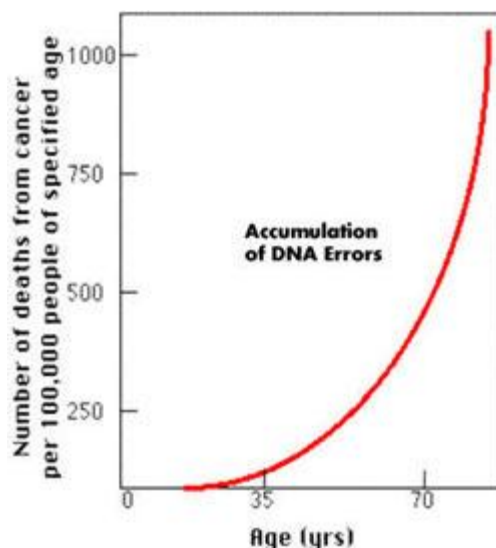


Рис. 1. Возможная связь между накоплением ошибок ДНК и смертностью от раковых заболеваний, (Л. Орджел, 1963)

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 продемонстрировали роль воды, ее изотопного состава, физико-химических и информационных свойств в процессе жизнедеятельности прокариот и эукариот [5]. 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 $H...O$ -связь, общей формулы $(H_2O)_n$, где n по последним данным составляет 3–27 и более единиц [6].

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 [7]. Оставшиеся 0,3 мол.% представлены т. н. изотопологами - изотопными разновидностями молекул воды.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния изотопного состава и спектра потребляемой воды на феномен долгожительства и исследование сыворотки крови методом ИК-спектроскопии.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования 1%-ного раствора человеческой сыворотки крови проведены методом ИК-спектрального анализа неравновесного энергетического спектра (НЭС) Антонов© (1983) и дифференциального неравновесного энергетического спектра (ДНЭС) Антонов© (1993), Игнатов© (1998). Образцы проб сыворотки крови были предоставлены К. 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.

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

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОМЕНА ДОЛГОЛЕТИЯ

Авторами был проведен анализ феномена долголетия 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 на миллион жителей приходится 41 долгожителей. В Болгарии больше всего долгожителей живет в горах Родопите.

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 [8]. Алтайские и бурятские источники умеренно теплые, с температурой 10–15 °С, 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.

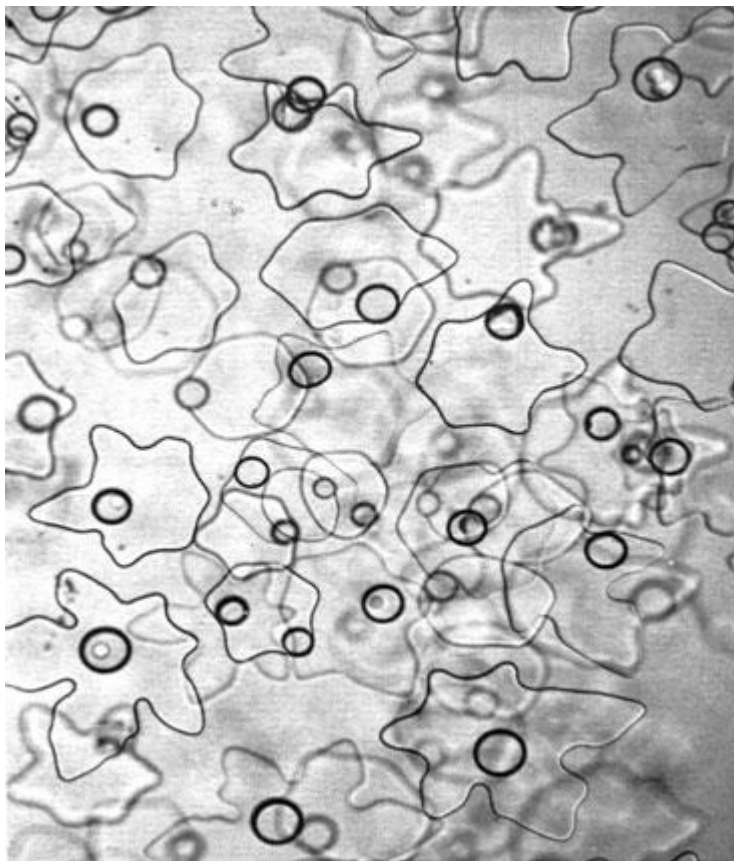


Рис. 2. Структура талой воды по данным компьютерного моделирования с «размытыми» структурами льда

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 присущие кристаллу льда водородные связи между молекулами воды: образуются ассоциаты – аналоги структур льда, состоящих из большего или меньшего числа молекул воды (рис. 2). Однако в отличие от льда каждый ассоциат существует очень короткое время: постоянно происходит разрушение одних и образование других агрегатов [9]. 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 $+37^{\circ}C$ ведет к утрате биологической активности, которая наиболее характерна для такой воды. Сохранение талой воды при температуре $+20-22^{\circ}C$ также сопровождается постепенным снижением ее биологической активности: через 16-18 часов она снижается на 50%. Содержание катионов K^+ и N^+ в талой воде составляет 20–30 мг/л, Mg^{2+} – 5–10 мг/л, Ca^{2+} – 25–35 мг/л, содержание анионов SO_4^{2-} – <100 мг/л, HCO_3^- 50–100 мг/л, Cl^- – меньше 70 мг/л, общая жесткость – ≤ 7 мг-экв/л, общая минерализация – $\leq 0,3$ г/л, значение pH при $25^{\circ}C$ – 7,0 (Таблица 1). К тому же талой воде присуща уникальная природная кластерная структура и выраженная биологическая активность. Степень очистки талой воды от примесей составляет 50-60%. При этом из воды удаляются, в основном, соли жесткости – кальций, магний и железо, тяжелые металлы, хлорорганические соединения, тяжелые изотопы, в т.ч. дейтерий.

Таблица 1.

Состав талой воды	
Катионы, мг/л	
$K^+ + Na^+$	20–30
Mg^{2+}	5–10
Ca^{2+}	25–35
Анионы, мг/л	
SO_4^{2-}	<100
HCO_3^-	50–100
Cl^-	<70
Общая жесткость, мг-экв/л	≤ 7
Общая минерализация, г/л	$\leq 0,3$
pH при $25^{\circ}C$	7,0

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 D_2O . Согласно расчетам, в организм человека на протяжении всей жизни

поступает около 80 тонн воды, содержащей в своем составе 10–12 кг дейтерия. 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 (рис. 3). 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 D₂¹⁶O, как комплексное негативное воздействие, действующее одновременно на функциональное состояние большого числа систем: метаболизм, биосинтетические процессы, транспорт веществ, структуру и функции макромолекул. В результате это приводит к ингибированию клеточного роста и последующей гибели клеток в D₂O. Это происходит даже при использовании растворов D₂O с водой в форме HDO.

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.

КЛИНИЧЕСКИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА О ПОЛЬЗЕ ГОРНОЙ И ТАЛОЙ ВОДЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ

Эксперименты на животных [10] 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 легкой 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 иммуномодулирующее и радиопротекторное действие [11]. Радиопротекторные свойства легкой воды впервые обнаружены Варнавским И.Н. в экспериментах на *Drosophila melanogaster* [12].

Радиопротекторное действие легкой воды было зарегистрировано при γ -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 процедур лучевой терапии позволяет восстановить состав крови и снять приступы тошноты. 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 [13].

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. Яркое 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.

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 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.

Медико-биологические свойства «легкой» воды исследовались в 1995 г. на кафедре общей и молекулярной генетики Киевского национального университета им. Т. Шевченко. Исследовалось действие воды с пониженным и повышенным содержанием дейтерия на цикл зародка и развития дрозофил *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.

О.В. Мосиным и другими авторами получены результаты по адаптации к тяжелой воде различных клеток прокариотических и эукариотических микроорганизмов [5, 14, 15].

ВОДА В ЧЕЛОВЕЧЕСКОМ ТЕЛЕ НЕСЕТ ИНФОРМАЦИЮ О ДОЛГОЛЕТИИ

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. К первой группе

относились люди с отличным состоянием здоровья. Во вторую группу входили люди в критическом, угрожающем жизни состоянии и больные со злокачественными опухолями. [16, 17] В качестве основного биофизического параметра исследовалась средняя энергия водородных связей ($\Delta E_{H...O}$) между молекулами воды в кровяной сыворотке. В результате получается разница между ДЭНС ИК-спектром 1%-ного раствора кровяной сыворотки (НЭС) и контрольной пробы деионизированной воды (НЕС). (рис. 3). Спектр-ДНЭС, полученный от первой группы, обладал локальными максимумами энергии $\Delta E_{H...O}$ при $-9,1 \pm 1,1$ meV, а от второй – $-1,6 \pm 1,1$ meV. 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 $\Delta E_{H...O}$ в ИК-спектре сыворотки крови у контрольной группы здоровых людей наблюдается при $-0,1387$ eV или при длине волны – $8,95$ μm . 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.

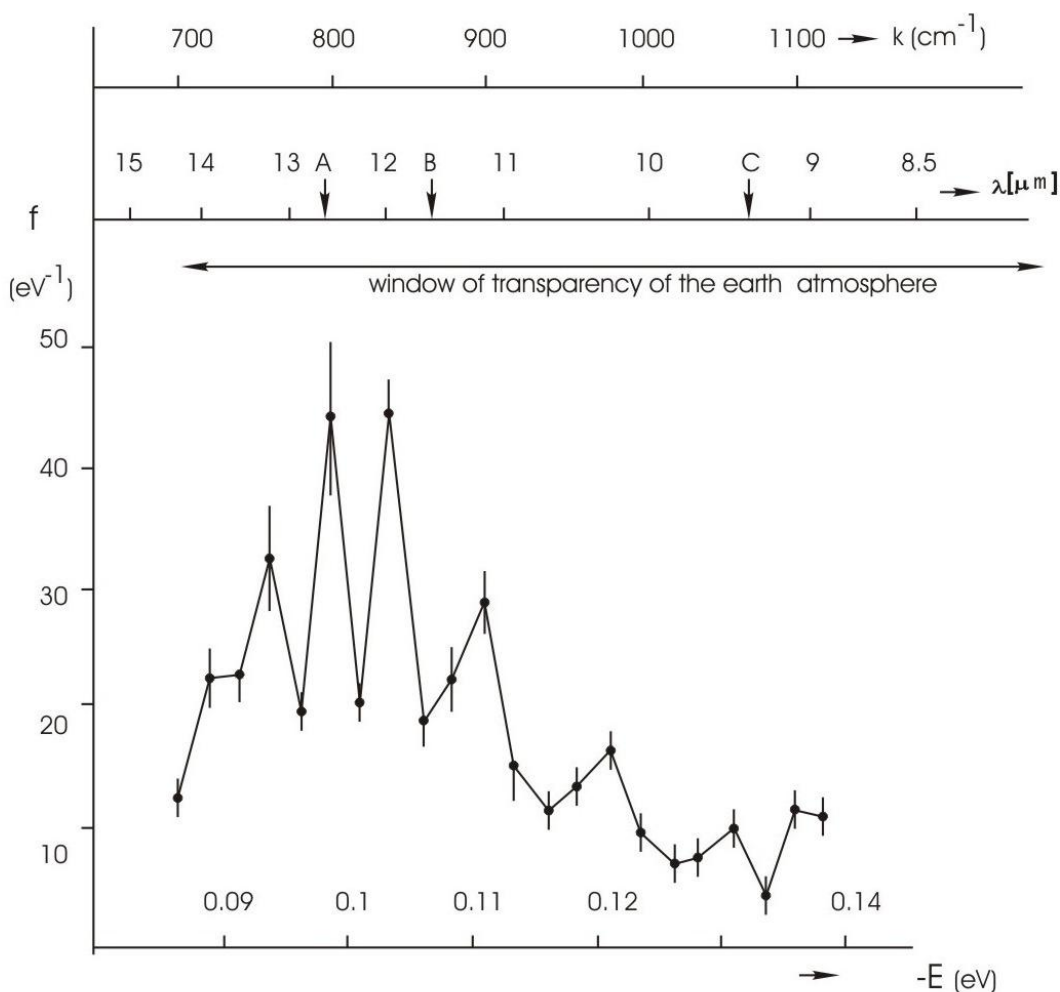


Рис. 3. Дифференциальный неравновесный энергетический спектр (ДНЭС) деионизированной воды (хим. чистота 99,99 %, pH 6,5-7,5, общая минерализация 400 мг/л, удельная электропроводность 10 мк·См/см)

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 [18]. 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 группе испытуемых был получен результат при ДНЭС $-5,5 \pm 1,1$ meV, при разнице в возрасте 20-25 лет по отношению к контрольной группе.

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. Атомы дейтерия в воде в человеческом теле оказывают воздействие скорее на спектр, а затем – на жизненные функции (Игнатов, Мосин, 2012). По нашему мнению, прямая связь человека с природой – чистый воздух с большим содержанием кислорода, горная вода, экологически чистая еда из экоферм и двигательная активность, объясняет разницу между большим количеством долгожителей, живущих в горах, на миллион жителей и среднестатистическим количеством. Вода один из факторов, важных для долголетия. Мы рассматриваем возможность замедления старения (уменьшение количества ошибок при транскрипции и репликации ДНК в процессе синтеза белков), в зависимости от воды, которую пьем.

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 μm . 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 в ней дейтерия.

Литература

1. Weindruch R. (1986) The Retardation of Aging in Mice by Dietary Restriction: Longevity, Cancer, Immunity and Lifetime Energy Intake, Journal Nutrition, Vol. 116(4), pp. 641–54.
2. Burger, O., Baudisch, A., Vaupel, J. W. (2012) Human mortality improvement in evolutionary context, PNAS, Vol. 109, No 44, pp. 18210–18214.
3. Woodhead R. (1984) Molecular Biology of Aging. NY: Basic Life Science, Vol. 35, pp. 34–37.
4. Orgel L. (1963) The Maintenance of the Accuracy of Protein Synthesis and Its Relevance to Aging // Biochemistry, Vol. 49, pp. 517–521.
5. Мосин О.В., Игнатов И. Изотопные эффекты дейтерия в клетках бактерий и микроводорослей // Вода: химия и экология. 2012. № 3. С. 83–94.
6. Мосин О.В., Игнатов И. Вода и ее структура, Химия. 2012. No. 11, С. 24-27.
7. Mosin, O. V, Ignatov, I. (2012) Separation of Heavy Isotopes Deuterium (D) and Tritium (T) and Oxygen (^{18}O) in Water Treatment, Clean Water: Problems and Decisions, Moscow, No. 3-4, pp. 69-78.
8. Бердышев Г. Г. Реальность долголетия и иллюзия бессмертия, Киев: Политиздат Украины, 1989. 89 с.
9. Мосин О. В., Игнатов И. Загадки ледяных кристаллов // Сознание и физическая реальность. 2012. № 5. С. 16–29.
10. 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.
11. Bild W. and al. (1999) Research Concerning the Radioprotective and Immunostimulating Effects of Deuterium-Depleted Water, Rom. J. Physiol, Vol. 36(3–4), pp. 205–218.

12. 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.
13. Somlyai G. et al. (2001) The Biological Effect of Deuterium-Depleted water. A possible New Tool in Cancer Therapy, *Anticancer Research International Journal*, Vol. 21, № 3, pp. 123–128.
14. Мосин О.В, Складнев Д.А., Швец В.И. Исследование физиологической адаптации бактерий на тяжёловодородной среде // *Биотехнология*. 1999. № 8, с. 16–30.
15. Mosin O. V., Shvez V. I, Skladnev D. A., Ignatov I. (2012) Studying of Synthesis of Deuterium Labeled L-Phenylalanin by Methylophilic Bacterium *Brevibacterium Methylicum* on Media with Different Content of Heavy Water, *Biopharmaceutical journal*, Moscow, No. 1, Vol. 4, No 1: pp. 11-22.
16. Ignatov I. (2012) Conference on the Physics, Chemistry and Biology of Water, Water in the Human Body is Information Bearer about Longevity, NY: Vermont Photonics.
17. Ignatov, I., Mosin, O. V., Naneva, K. (2012) Water in the Human Body is Information Bearer about Longevity, *Euromedica*, Hanover, pp. 110-111.
18. Краснов В.В., Гордеев А.С., Инфракрасный спектральный анализ сыворотки крови как отражение уровня нарушения метаболических процессов при инфекционной патологии у детей // *Клиническая медицина*, 2009. С. 83–94.