

"Перспективы получения и использования воды с пониженной концентрацией тяжелых изотопов водорода и кислорода для профилактики и лечения болезней человека"

Андреев Б.М., Селиваненко И.Л.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
125047, Москва, Миусская пл., 9
e-mail: selivanenko@mail.ru, тел/факс (095) 490-84-84

Григорьев А.И., Синяк Ю.Е.

Государственный научный центр РФ Институт медико-биологических проблем
123007, Москва, Хорошевское ш., 76-а, тел. (095) 195-04-33

Начиная со времен открытия дейтерия, вода с измененным изотопным составом по водороду и ее действие на организм привлекали внимание многих исследователей. Показано, что одним из основных биологических эффектов тяжелой по водороду (D_2O) воды является торможение роста, наблюдаемое для высших растений и гетеротрофов [1, 2].

В опытах с высшими животными показано, что при введении мышам раствора D_2O парантерально в концентрации 99,5 % гибель животных наступала на 5-й день. При концентрации оксида дейтерия в воде организма, равной 30-35 %, также отмечена гибель животных [3-5].

Толерантности к действию тяжелой воды не наблюдается.

Вода с пониженным, по сравнению с материковыми водами, содержанием дейтерия проявляет биологическую активность.

Так, например, исследования, проведенные со снеговой талой водой, концентрация дейтерия в которой была несколько ниже обычной, выявили ее положительную биологическую активность [6,7]. Было показано, что сила роста пшеницы при замачивании семян в талой воде превышала на 41 % силу роста семян, замоченных в обычной воде. Урожай редиса был на 230 % выше контрольного. В опытах на мышах, употреблявших талую снеговую воду, установлено повышение половой активности у самцов и многоплодие у самок.

Описан ряд установок по получению искусственной талой структурированной воды с пониженными концентрациями дейтерия и трития, а также результаты исследований ее биологической активности [8,9]. В основу технологических схем установок положены принципы природного фракционирования изотопов: испарение, вымораживание, оттаивание, насыщение воды солями и газами. Авторам удалось получить воду с пониженным на 8-10 % содержанием дейтерия. В работах показано, что вода со льдоподобной структурой и имеющая в своем составе пониженные (на 8-10 %) концентрации дейтерия, обладает антимуtagenным, геропротекторным и радиопротекторным действием.

Эксперименты проводились на дрозофиле, поскольку генетический аппарат ее клеток во многом аналогичен генетическому аппарату клеток человека. *Drosophila melanogaster* линии Oregon выращивалась в стеклянных пробирках на питательной среде, приготовленной на искусственной талой (реликтовой по определению авторов) воде, содержащей пониженные на 8-10% (ат.) дейтерия. Контролем служили дистиллированная и водопроводная воды. Авторы показали, что дистиллированная вода угнетает процесс яйцекладки *Drosophila melanogaster*, в то время как вода, содержащая пониженные на 8-10 % (ат.) дейтерия, стимулирует ее на 27%.

При исследовании геропротекторного действия различных образцов воды показано, что вода, содержащая пониженные на 8-10 % (ат.) дейтерия, увеличивала как среднюю (на 28%), так и максимальную (на 31 %) продолжительность жизни дрозофилы.

В работах [10-13] исследованы биологические свойства воды, характеризующейся повышенными степенями удаления дейтерия. Для получения такой воды разработан электролизный метод. Методика получения воды с повышенными степенями удаления дейтерия состояла в электролизном до определенной степени разложении воды на кислород и водород с последующим синтезом ее в результате окисления (сжигания) последнего в кислороде, образующемся при электролизе воды.

Экспериментальный стенд включал в себя электролизер с циркулирующим электролитом, катодное и анодное пространство которого разделено катионообменной мембраной МФ-4, циркуляционный насос, расходную емкость для циркулирующего электролита, газожидкостные

сепараторы, осушители газообразных продуктов электролиза, реактор высокотемпературного окисления водорода, конденсатор и приемную емкость для бездейтериевой воды. Сконденсированную воду со сниженным содержанием дейтерия подвергали химическим и физико-химическим исследованиям с целью определения ее химического и изотопного состава. Помимо воды с пониженным содержанием дейтерия использовалась вода, концентрация дейтерия в которой была несколько выше обычной среднеокеанической. Вода с повышенными концентрациями дейтерия готовилась с помощью той же установки, что и бездейтериевая вода, однако в этом случае использовали воду камеры концентрирования. Во избежание влияния структуры воды все образцы ее подвергались стандартизации: очистке сорбционным методом, высокотемпературному нагреву с последующим охлаждением до комнатной температуры и насыщению макро- и микроэлементами [14].

Определено, что содержание дейтерия в протиевой воде, полученной методом электролиза, снижено в 2,5 - 5,5 раза по сравнению со стандартом SMOW. В дистиллированной воде отмечено снижение концентрации дейтерия в 1,075 раза, что можно объяснить как процессом дистилляции, так и тем фактом, что исходная природная вода имеет несколько пониженные содержания дейтерия по сравнению со средне-океанической водой. Полученную электролизным методом воду с пониженным и повышенным содержанием дейтерия использовали для исследований ее влияния на рост и развитие высших растений (*Arabidopsis thaliana* и *Brassica rapa*) [12] и физиологический статус японского перепела [13].

При культивировании Арабидопсиса проведено исследование зависимости продолжительности полного цикла вегетации и его отдельных фаз под воздействием различных концентраций дейтерия в воде, используемой для полива.

Установлено, что использование воды с измененным изотопным составом привело к изменению цикла развития растений Арабидопсиса. Так, наступление наиболее важной фазы развития - цветения - отмечено в возрасте 17 дней в варианте с бездейтериевой водой, в 19 дней в контрольном варианте и в 21 - 22 дня - при использовании воды с повышенной концентрацией дейтерия.

При сопоставлении параметров растений обращает на себя тот факт, что с уменьшением концентрации дейтерия в воде наблюдается формирование растений с большими показателями массы, числа побегов, стручков и семян в них. Совокупная семенная продукция одного растения Арабидопсиса составила в среднем 322 семени при поливе бездейтериевой водой, 141 семя при поливе обычной дистиллированной водой и 95 семян при поливе водой с несколько повышенным (в 4,35 раза) содержанием дейтерия.

Экспериментальные данные по биологической оценке бездейтериевой воды показали положительное влияние ее на рост и развитие японского перепела. Скорость роста птицы, содержащейся на бездейтериевой воде, была выше скорости роста птиц, употреблявших дистиллированную воду.

Также отмечено положительное влияние бездейтериевой воды и на продуктивность птиц:

- яйцекладка у самок, употреблявших бездейтериевую воду, началась на 44-е сутки, у самок же, употреблявших дистиллированную воду - на 49-е сутки;
- яйценоскость несушек, употреблявших бездейтериевую воду, составила за 25 дней 65 штук яиц, в то время как яйценоскость несушек, употреблявших дистиллированную воду, составила 46 шт.;
- фертильность у самок, употреблявших бездейтериевую воду, наступила на 44-е сутки, а у самок, употреблявших дистиллированную воду, на 7 дней позже;
- выживаемость птенцов 2-го поколения для группы, употреблявшей бездейтериевую воду, составила 88,2 %, в то время как для группы, употреблявшей дистиллированную воду она составила 52,9%.

При забое птиц оценивалось состояние внутренних органов. Показано, что общий вес птиц и вес большинства внутренних органов птиц (самцов), употреблявших бездейтериевую воду, были выше по сравнению с весом птиц, употреблявших дистиллированную воду. Визуальный осмотр и взвешивание внутренних органов птиц показал, что у самцов, употреблявших бездейтериевую воду, были хорошо развиты гонады, в отличие от птиц, употреблявших дистиллированную воду, у которых отмечались лишь зачатки гонад.

Результаты исследований воды с пониженными концентрациями дейтерия

свидетельствуют о ее биологической активности и о существовании ингибирующего (тормозящего биохимические процессы) механизма действия дейтерия даже в незначительных концентрациях.

Предпринимались попытки использовать воду с измененным изотопным составом в лечебных целях. Так, в работах [15,16] предпринята попытка использовать D₂O в онкологии. Авторами отмечено замедление роста трансплантированной лимфосаркомы и карциномы молочной железы мышей, получавших в качестве питьевой воды 40 % D₂O. Однако, несмотря на это, продолжительность жизни пораженных опухолями мышей при употреблении D₂O была меньшей по сравнению с продолжительностью жизни мышей, употреблявших обычную воду.

В работах [17,18] предлагается использовать некоторые фармацевтические препараты, приготовленные на воде с пониженными концентрациями дейтерия, для лечения кожных заболеваний.

Опубликован патент [19], согласно которому вода со сниженными на 10% концентрациями дейтерия несколько снижала скорость роста опухоли предстательной железы человека, имплантированной мышам. Гистологическое исследование ткани опухоли предстательной железы показало, что отношение количества делящихся (митотических) клеток к мертвым (апоптозным) клеткам в контрольной группе было 3,6:1, в то время как у мышей, употреблявших воду с пониженными концентрациями дейтерия, это отношение составляло 1,5-3.

Некоторые противоопухолевые свойства воды со сниженными на 10% концентрациями дейтерия описаны в работе [20].

В работе [21] найдено, что вода с пониженной в 2,9 раза концентрацией дейтерия обладает определенными противоопухолевыми свойствами. В работе использован электролизный метод получения воды с пониженным содержанием дейтерия по сравнению с обычной природной водой. Противоопухолевые свойства бездейтериевой воды исследовались на мышах линии BDF₁. Моделью перевиваемой опухоли служила карцинома легких Льюис.

В результате проведенных работ найдено, что среднее время появления первых узелков в месте перевивки карциномы легких Льюис возрастало на 14% в группе животных, употреблявших воду с пониженным содержанием дейтерия, по сравнению с контролем.

На протяжении эксперимента отмечались различия в объеме опухолевого узла в опытной и контрольной группе. В опытной группе, начиная с первого дня измерений и практически до завершения эксперимента, объем опухоли был меньше, чем в контрольной группе. Достоверные различия по объему опухоли отмечались на 5, 13, 15, 23, 26 и 28-ые сутки после перевивки. На 5-ые и 15-ые сутки после перевивки отмечено 100 %-ное и 51%-ное торможение роста опухоли соответственно. Увеличение продолжительности жизни животных составило 10% .

Таким образом, вода с пониженными концентрациями тяжелого изотопа водорода - дейтерия проявляет заметную положительную биологическую активность и может быть использована в медицине, сельском хозяйстве, а также, после проведения дополнительных исследований, для профилактики и лечения болезней человека.

Масштабного производства воды с пониженным содержанием дейтерия в России на настоящий момент не существует, что сдерживает проведение исследований по изучению ее медико-биологической активности на человеке. Небольшое количество воды с пониженной до 10 раз концентрацией дейтерия производится на лабораторной установке в РХТУ им. Д.И. Менделеева.

При промышленном производстве обедненной по дейтерию воды методом ректификации под вакуумом энергетическая составляющая себестоимости продукта и размеры разделительного оборудования определяются требуемой степенью обеднения, см. табл. 1.

Таблица 1

Влияние степени обеднения воды по дейтерию на затраты сырьевого пара и число теоретических ступеней разделения N

Степень обеднения	2	5	10	20	∞
Затраты пара на 1 кг продукта, кг	16,6	29,4	29,9	31,5	33,0

N	29	71	110	159	∞
---	----	----	-----	-----	---

Из данных табл. 1 видно, что энергетическая составляющая производства обедненной воды не превышает 0,4 \$ на 1 кг продукта (при стоимости пара 10 \$ за 1 тонну) и заметно меняется на начальном участке кривой зависимости затрат пара от степени обеднения. Требуемое число ступеней разделения резко зависит от степени обеднения во всем диапазоне. Реальная высота и диаметр колонны зависит от типа выбранной насадки. При использовании мелких высокоэффективных насадок, например спирально-призматической насадки Левина, высота насадочного слоя колонны для получения продукта с 10-ти кратным обеднением не превысит 6 м.

Литература

- Lewis G.N.//Science. - 1934. - V.79. - P.151.
- Flaumenhaft E., Bose C., Orespi H.L. //Internat Rev.Cytol. - 1965. - V.18. - P.313.
- Мухачев В.М. Живая вода, Изд-во "Наука", Москва, 1975, с.142.
- Katz J.J. et al.//J.nat.Cancer inst. - 1957. - V.18. - P.641.
- Hubner G., Ludewig R.//Isotopenpraxis. - 1971. - V.7. - P.303.
- Родимов Б.И. Снеговая вода - стимулятор роста и продуктивности животных и растений//Сельское хозяйство Сибири. - 1961, Омск. - №7.-с.66.
- Родимов Б.И. Действие снеговой воды на живые организмы//Сельскохозяйст-венное производство Сибири и Дальнего Востока. - 1965, Омск. - №4. - с. 56-57.
- И.Н. Варнавский, Г.Д. Бердышев, М.В. Кулик, В.И. Шестаков. Установка ВИН-7 "Надия" для получения целебной питьевой воды с пониженным содержанием дейтерия и трития. Заявка в РФ N 95120752, приоритет 19.12.1995.
- Г.Д. Бердышев, И.Н. Варнавский, В.А. Пономарев, Вода, старение и долголетие// Второй международный конгресс "Вода, экология и технология", Тезисы докладов. - М.: Сибина интернешнл, 1996 г. - с. 505-506.
- Ю.Е. Синяк, В.Б. Гайдадымов. Бездейтериевая вода: возможность получения и использования в летательных аппаратах//Материалы 10-й конференции "Космическая биология и авиакосмическая медицина", Москва, 7-10 июня 1994. - с. 304.
- Ю.Е. Синяк, В.Б. Гайдадымов, Б.Г. Покровский. Получение и использование бездейтериевой воды в условиях длительных космических экспедиций// Авиакосмическая и экологическая медицина. - 1999 г. - т. 33. - №1. - с. 56-59.
- Ю.Е. Синяк, М.А. Левинских, В.Б. Гайдадымов, Е.И. Гуськова, О.Б. Сигналова, Т.А. Дерендяева. Влияние воды с пониженным содержанием дейтерия на культивирование высших растений: Arabidopsis thaliana и Brassica gara//Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях. Материалы Российской конференции, Москва, 26-29 сентября 2000 г. - т. 2. - с. 90-92.
- Ю.Е. Синяк, Т.С. Гурьева, В.Б. Гайдадымов и др. Метод получения бездейтериевой воды и исследование ее влияния на физиологический статус японского перепела//Космическая биология и авиакосмическая медицина, Материалы XI конференции 22-26 июня 1998 года. - т. II. - с. 201-202.
- Патент РФ на изобретение № 2182562 "Способ получения биологически активной питьевой воды с пониженным содержанием дейтерия и устройство для ее получения". Ю.Е. Синяк, В.Б. Гайдадымов, А.И. Григорьев, Е.И. Гуськова, Бюл. № 14, Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации, Москва, 20.05.2002 г.
- Barbour H.G., Allen E.//Am. J. Cancer, 32, 440 (1938).
- Finkel A.J., Czajke D.M., Ann. N. Y.//Acad. Sci., 84, art. 16, Symposium "Deuterium isotope effect in Chem. and Biology". - p.755 (1960).
- Pharmaceutical products for curing tumorous diaseasis and process for preparing same, WO 93/08794, PCT/HU92/00036, A61K 09/08, A61K 33:00, Somlyai Gabor, 1992.
- Hygienic and cosmetic preparations for preventing and treating skin-disease as well a process for obtaining same, WO 95/25526, A61K 33:00, A61K 07:00, A61K 09:00, Somlyai Gabor, 1995.
- Food products for preventing development of deseases and for preparing same. WO 95/18545 PCT MKU ⁶ A 23 L 1/015, 2/00/Somlyai Gabor, Hyd Kutato - Fejleszto KTF, - № 940/ 00001; Заявл. 06.01.94; Оpubл. 13.07.95.
- И.Н. Варнавский "Новая технология и установки для получения очищенной биологически активной целебной воды", дисс. на соиск. уч. ст. доктора наук, биол. ИМБП, 2000 г.
- Sinyak Y., et. al. Deuterium free water use as protection against radiation carcinogenesis during Marsian expedition//The World Space Congress, 34th Scientific Assembly of the Committee on Space Research (COSPAR), F092 F4.3-0016-02, Houston, Texas, USA, 10-19 October 2002.