

ЛЕГКАЯ ВОДА В КАЗАХСТАНЕ

С.М. Сергазина, Г.А. Лоскутова, А.Б. Жакупова, Е.А. Пятов, О.В. Кольтюгина

Были проведены исследования источников вод, используемых для производства питьевой бутилированной воды, на содержание дейтерия и проведены исследования влияния «легкой воды» на рост и развитие растения в сравнении с обычной водопроводной водой и водой со скважины. Определено что содержание дейтерия в воде из скважины № 2-Б месторождения «Кусколь» составляет 133 ppm.

Ключевые слова: дейтерий, «легкая вода», изотопы, регион, «тяжелая вода», кислород, водород.

Термин «легкая вода» в производстве питьевых вод, расфасованных в емкости, появился несколько лет назад. Он отсутствует в государственных стандартах на питьевые воды, тем не менее, легкая вода производится и становится популярной среди людей, которые заботятся о своем здоровье.

Первые производства легкой питьевой воды появились в России. Появление легкой воды обязано российским научным разработкам, связанным с жизнеобеспечением космических станций. В Казахстане производства легкой воды пока отсутствуют.

К легкой воде ученые относят воду с низким содержанием дейтерия. Многочисленные медицинские исследования, проводимые в различных странах, не оставляют и тени сомнения в том, что дейтерий существенно влияет на здоровье человека, что «легкая вода» является более полезной человеку, чем «тяжелая вода» с повышенным содержанием дейтерия.

Содержание дейтерия в питьевой воде не нормируется международными и национальными санитарно-гигиеническими нормативными документами, однако, вопрос о его присутствии в воде в определенных концен-

трациях становится все более актуальным.

Всем известно, что молекула воды состоит из атомов водорода и кислорода – H_2O , что водород имеет три изотопа: протий – 1H , дейтерий – 2H (или D) и тритий – 3H (или T).

Самый распространенный изотоп водорода – это обычный водород с ядром, состоящим из одного единственного протона (p). Вокруг ядра вращается один электрон (e⁻). Нейтронов в ядре нет. Такой изотоп имеет собственное название: протий [1].

В ядре атома водорода может находиться несколько нейтральных частиц – нейтронов (n), их количество определяет «тяжесть» водорода. Если в ядро атома водорода попадает один нейтрон, то образуется тяжелый изотоп водорода «дейтерий». Если в ядре атома водорода находятся один протон и два нейтрона, то образуется тяжелый изотоп «тритий». Трития в природе ничтожно мало. Тритий образуется в высоких слоях атмосферы за счет космического излучения.

На рисунке 1 представлено схематическое изображение изотопов водорода. Массовое число, обозначаемое верхним индексом, характеризует количество тяжелых частиц – нуклонов (протонов и нейтронов) – в ядре атома.

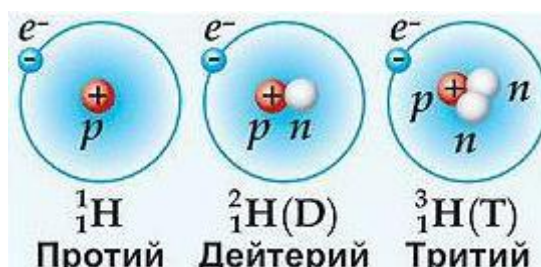


Рисунок 1 – Изотопы водорода

Кислород имеет три стабильных изотопа: ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O .

Изотопы водорода и кислорода образуют различные изотопные модификации воды, ко-

торые всегда присутствуют в природной воде.

Общее количество возможных изотопных модификаций воды всего девять.

Лёгкая вода или просто вода: $H_2^{16}O$

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3 2016

ЛЕГКАЯ ВОДА В КАЗАХСТАНЕ

Тяжелокислородная вода: $H_2^{17}O$, $H_2^{18}O$.
 Полутяжелая вода: $HD^{16}O$, $HD^{17}O$, $HD^{18}O$.
 Тяжелая вода: $D_2^{16}O$, $D_2^{17}O$, $D_2^{18}O$.

В воде пресноводных источников содержание тяжелой воды в расчете на молекулу HDO составляет, обычно, около 330 мг/л. Тяжелокислородной воды содержится в среднем 2 грамма на литр. Содержание дейтерия в воде в среднем составляет 0,015 %. Дейтерий занимает 12-е место среди элементов (азот, кислород, углерод, железо и другие), участвующих в строении организма [2].

Таким образом, потребляя воду, человек потребляет вместе с легкой водой в определенных количествах полутяжелую и тяжелую воду, состоящую из дейтерия.

Тяжелой воды больше в местностях с жарким климатом. Тяжелая вода имеет более высокую плотность, температуру кипения и плавления, чем легкая вода. Поэтому при испарении с водоемов в первую очередь улетучивается более «легкая» вода, выпадая затем в других местностях в виде дождя и снега. Тяжелая вода остается в водоемах. Меньше тяжелой воды содержится в атмосферных осадках, в талой снеговой воде, в пресных подземных водах, формирующихся за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Хорошо известно, что даже незначительные колебания содержания микроэлементов в воде, могут серьезно повлиять на здоровье человека. Дейтерий в этом смысле не оказался исключением. По данным профессора Г.Д. Бердышева, даже неглубокая (на 5–10 %) очистка воды от дейтерия (тяжелой воды) способна значительно улучшить ее, придавая воде иммуностимулирующие и омолаживающие свойства, не говоря уже о глубокой очистке воды [3].

Процедура удаления дейтерия из воды в производственных условиях технологически является весьма сложной и требует больших энергетических затрат. Поэтому, на наш

взгляд, первоначально необходимо иметь информацию о содержании дейтерия в воде источников питьевого назначения, используемых для производства расфасованных вод.

Кафедра химии и биотехнологии Кокшетауского государственного университета имени Ш. Уалиханова и АО «Кокшетауминводы», проявляя научный интерес к проблеме дейтерия в питьевых водах, провели исследование источников воды, используемых для производства бутилированных вод. Для сравнения, насколько вода из источников АО «Кокшетауминводы» бедна или богата дейтерием относительно питьевых вод из других источников, были дополнительно проанализированы образцы бутилированной воды других производителей.

Отличия изотопного состава воды измеряется в единицах δ :

$$\delta = (R_{\text{пробы}}/R_{\text{стандарта}} - 1) \times 1000, \text{‰},$$

где ‰ – промилле, тысячная доля числа; R – соотношение изотопов.

В случае водорода $R = D/H$ для исследуемой пробы воды и стандарта воды. В качестве стандарта используют усредненную воду мирового океана с глубины 500 м, для которой $\delta D = 0 \text{‰}$ («Венский стандарт среднеокеанической воды» – VSMOW или SMOW) [4].

Рассчитывается дейтериевый эксцесс, то есть содержание дейтерия и изотопа кислорода-18 относительно глобальной линии метеорных вод: $\text{dexs} = \delta D - 8\delta^{18}O$.

Результаты исследования воды приведены в таблице 1. В таблице образцы воды расположены в порядке возрастания содержания дейтерия в воде (сверху вниз).

Исследования воды на содержание в воде изотопов водорода и кислорода проведены в институте Фрезениус (SGS IF, Taunusstein, Германия) в период 12.11.2013–17.12.2013 г, а так же в испытательном центре ФБУ «ЦСМ Московской области» (Сергиево-Посадский филиал) в период 12–22.05.2015 г [5].

Таблица 1 – Содержание дейтерия в питьевых водах

Описание образца	$\delta^{18}O$, ‰	δD , ‰	dexs, ‰
Готовая продукция «Природная минеральная вода TURAN», скважина № 2-Б.	-19,78	-146,1	12,14
Скважина № 2-Б месторождения Кусколь, южная окраина г. Кокшетау.	-19,74	-144,4	13,36
Скважина № 5-Б месторождения Кусколь, южная окраина г. Кокшетау.	-18,93	-142,28	–
Скважина № 1943 месторождения Кенетколь, 45 км южнее г. Кокшетау.	-13,91	-104,2	7,08
Готовая продукция «Биогенная вода «Туран», скважина № 1943.	-13,67	-102,4	6,96
Водопроводная вода г. Кокшетау, очищенная вода р. Ишим	-12,56	-98,68	–

Содержание дейтерия в образцах воды с юга Казахстана изменяется от 76 до 81,2 ‰.

В интернете приводятся данные по содержанию дейтерия в воде «Боржомии» в сравнении с московской водопроводной водой и водопроводной водой г. Бремен (Германия), соответственно: -97...-98 ‰, -80 ‰, -56 ‰.

Как видим из приведенных данных вода из северных регионов Казахстана содержит меньшее количество дейтерия и является более легкой. Особенно легкой является вода из скважины № 2-Б месторождения «Кусколь», которая используется для производства напитков и питьевой воды, расфасованной в емкости. Содержание дейтерия в ней составляет 133 ppm.

Самой легкой в природе является вода из Антарктического льда с содержанием дейтерия 90 ppm, самой тяжелой является вода из водоемов Сахары с содержанием дейтерия до 180 ppm.

Водопроводные воды из поверхностных источников по отношению к подземным водам северных регионов страны являются более тяжелыми водами, содержание дейтерия в них достигает 150 ppm.

Также были проведены исследования на предмет изучения воздействия легкой воды на рост и развитие растения в сравнении с обычной водопроводной водой и водой со скважины. Объектами исследования являлись:

1. Вода со скважины 2-Б месторождения «Кусколь» (южная окраина г. Кокшетау). Глубина залегания кровли водоносного горизонта 80,0 м под толщей глин. Водовмещающие породы – дресвяно-глинистая кора выветривания протерозойских кварц.

2. Легкая вода с содержанием 75 ppm.

3. Водопроводная вода. Образцы были взяты на кафедре Химии и биотехнологии.

4. Растения семейства розоцветных.

Для исследования были взяты четыре одинаковых растения, одного вида. Они поливались в течение трех месяцев, смесью следующих вод: растение № 1 – легкой водой с содержанием дейтерия 75 ppm; растение № 2 – смесью легкой воды с содержанием 75 ppm с водой со скважины 2-Б; растение № 3 – смесь 50 % водопроводной и 50 % воды со скважины 2-Б; растение № 4 поливалось водопроводной водой.

Изменения в росте и развитии растения под № 1 стали наблюдаться после трех недель полива водой. У оставшихся 3-х растений изменения наблюдались после 6-й недели поли-

ва. Наиболее интенсивно рост шел у растения, под № 1, который поливали легкой водой, его рост увеличился на 4,5 см. Рост растения, которое поливали смесью легкой воды и воды со скважины 2-Б (№ 2) увеличился на 1,5 см. Рост растения, которое поливали смесью водопроводной воды и воды со скважины 2-Б (№ 3), увеличился на 1 см. Рост растения, которое поливали водопроводной водой (№ 4), увеличился на 0,5 см.

Эти данные говорят о том, что наилучший результат показало растение под № 1, которое поливали легкой водой, что свидетельствует о том, что свойства легкой воды, действительно уникальные и имеют преимущества над обычной водой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зацепина, Г. Н. Физические свойства и структура воды / Г. Н. Зацепина. – М.: Изд. МГУ, 1987. – 255 с.

2. Курик, М. В. Свойства воды и сознание человека. Космология и астрофизика. – 2001. – № 1. – С. 33.

3. Ерофеева, Л. М. Влияние воды с пониженным содержанием тяжелого стабильного изотопа водорода дейтерия и кислорода ¹⁸O на развитие лучевых повреждений при γ-облучении в низкой дозе / Л. М. Ерофеева и др. // Радиационная биология. Радиозэкология. – 2006. – Т. 46, № 4. – С. 475–479.

4. Котова, Л. И. Биологический контроль качества вод / Л. И. Котова. – М.: Наука, 1989. – С. 98.

5. Протокол испытаний. Сергиево-Посадский филиал ФБУ. 2015. – С. 1–3.

Сергазина Самал Мубараковна, к.х.н., и.о. доцента кафедры химии и биотехнологии, КГУ им. Ш. Уалиханова, Казахстан, e-mail: samal_sergazina@mail.ru.

Лоскутова Галина Андреевна, к.т.н., доцент кафедры «Инженерные технологии и транспорт», КГУ им. Ш. Уалиханова, Казахстан, e-mail: loskutova51@mail.ru.

Жакупова Анель Болатовна, КГУ им. Ш. Уалиханова, Казахстан

Пятов Евгений Александрович, вице-президент по науке, АО «Кокшетауминводды», г. Кокшетау, Казахстан, e-mail: pyatov@yandex.ru.

Кольтюгина Оксана Владимировна, к.т.н., доцент, доцент кафедры «Технология продуктов питания», ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова», e-mail: oksana2310@mail.ru, тел.: 8(3852) 29-08-72.