

ВЛИЯНИЕ ВАРИАЦИЙ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ВОДЫ НА ЕЕ БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

Лобышев В.И., Киркина А.А.

Физический факультет, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, 119992, Россия, Москва, Ленинские горы. E-mail: lobyshev@yandex.ru

Напомним, что природная вода является смесью изотопных форм молекул вследствие наличия стабильных изотопов ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O , ^1H , ^2H и радиоактивного изотопа ^3H с периодом полураспада 12,5 лет. Радиоактивные изотопы ^{14}O , ^{15}O , ^{19}O характеризуются временами полураспада 76,5; 118 и 29,5 с и практически отсутствуют в природной воде. Относительное содержание наиболее распространенных изотопов дейтерия и ^{18}O в природных водах составляет в среднем 0,015% (150ppm) и 0,2% и варьирует в пределах 0,0079 – 0,0195% и 0,1887 – 0,2083% соответственно вследствие фракционирования изотопов воды в природных процессах.

Проблема влияния изотопного состава воды на ее биологическую активность возникла сразу после первых экспериментов с обогащенной дейтерием водой, выполненных Банесом в 1933г. Для филантов водоросли *Spirogyra nitida*, культивируемой в воде с повышенным содержанием дейтерия 0,06%, было характерно уменьшение подвижности, значительное уменьшение количества разрывов и увеличение длительности жизни. В то же время, увеличение концентрации дейтерия в воде не приводило к заметным изменениям в скорости деления клеток или их удлинению, однако вследствие большей долговечности клеток наблюдалось большее число делений клеток. Наряду с ингибирующим (или стабилизирующим) влиянием «утяжеленной» воды было обнаружено также стимулирующее действие на живые организмы. Так количество клеток *Euglena gracilis*, культивируемых в течение 45 суток при температуре 17-20°C, было увеличено на 15,6% в среде, содержащей 0,06% дейтерия. При этом количество подвижных микроорганизмов по сравнению с контролем возрастает примерно в 2,3 раза. До конца 30-х годов было выполнено несколько десятков работ (с 1939 по 1956 г. публикации по дейтерию практически отсутствуют), результаты которых привели к выводу о том, что концентрированная тяжелая вода является ядом для живых организмов. Однако, дейтерий воды в малых количествах может оказывать различное влияние - как активирование, так и ингибирование, зависящее как от вида организма, так и от исследуемой функции. Феномен аномального влияния малых вариаций концентрации дейтерия в воде на развитие ряда живых организмов, установленный еще в начале тридцатых годов, не был понят и был незаслуженно забыт. На наш взгляд основным недостатком вышеописанных работ является отсутствие зависимостей наблюдаемых эффектов от концентрации дейтерия в воде. Очевидно, что эта зависимость должна быть немонотонна, поскольку большие концентрации дейтерия всегда приводят к ингибированию, а малые могут оказывать активирующее действие. Поэтому выбор одной произвольной концентрации дейтерия в опытах с организмами, имеющими различную чувствительность к изменениям изотопного состава воды, может привести к различным, в том числе и незначимым результатам.

После длительного перерыва аналогичные работы были возобновлены в 60-х годах. В работах Б.Н.Родимова было показано активирующее влияние талой воды, полученной из снега, на ряд биологических процессов, было получено увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных и растений. К этому времени уже существовала хорошо разработанная теория фракционирования изотопов при фазовых переходах воды. Накопилось также много экспериментальных данных, свидетельствующих о том, что атмосферные осадки содержат уменьшенное количество тяжелых изотопов воды и в первую очередь дейтерия. Наиболее «облегченной» является вода из свежеснежного покрова. Поэтому рабочей гипотезой, объясняющей влияние талой воды на животных и растения, стало стимулирующее влияние пониженной концентрации дейтерия в воде, что и было доказано в последующих экспериментах.

Наши исследования регенерации гидроидных полипов *Obelia geniculata*, проведенные в широком интервале значений концентраций добавленной D_2O к обычной морской воде показали, что наряду с резким ингибированием процесса высокими концентрациями дейтерия, наблюдается активация регенерации малыми концентрациями. Максимальный активирующий эффект наблюдается при содержании добавленного дейтерия около 0,1%. Аналогичные результаты получены при изучении активности Na,K и Ca,Mg-АТФаз. В опытах на дрейфующей полярной станции было показано, что в тающих льдах наблюдается активация роста микроводорослей как при небольшом увеличении, так и уменьшении содержания дейтерия относительно нормальной концентрации дейтерия в воде океана.

В последние годы стала очень популярна идея использования в терапевтических целях воды, глубоко очищенной от дейтерия и появились компании, производящие такую воду. Нами были проведены эксперименты с глубоко очищенной от дейтерия водой на Na,K-АТФазе и сперматозоидах различных организмов. Показано, что вода с содержанием дейтерия 4 ppm не изменяет гидролитическую активность фермента, но в среде с содержанием дейтерия около 90 ppm наблюдается уменьшение активности фермента. Приводятся данные об изменении подвижности сперматозоидов в «облегченной» воде и о развитии оплодотворенных яиц вьюна. Обсуждаются возможные механизмы наблюдаемых феноменов.

INFLUENCE OF ISOTOPIC CONTENT VARIATION OF WATER ON ITS BIOLOGICAL ACTIVITY

V.I.Lobyshev, A.A.Kirkina

Physics Department, M.V.Lomonosov Moscow State University. E-mail: lobyshev@yandex.ru