

УДК 54.01

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕРТВОГО МОРЯ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСА DN-1

Лопатина А.Б.

ГОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь,
e-mail: panachev@pstu.ru

В данном научном обзоре рассматриваются особенности химического состава Мертвого моря. Описываются этапы происхождения, формирования и развития Мертвого моря. Приводится сравнительный анализ химического состава Мертвого моря и других соленых водоемов Земли. Раскрывается уникальность химического состава и физические факторы, этому способствующие. Показано, как происходило зарождение жизни на Земле. Описывается, как уникальный химический состав Мертвого моря повлиял на механизмы зарождения и становления одноклеточной жизни в виде галофильной бактерии рода археев. Приведены данные о сохранении высокой адаптационной способности археобактерии благодаря уникальному химическому составу Мертвого моря. На основе гомогената галофильной бактерии и химических элементов Мертвого моря создан комплекс DN-1, который обладает антимуtagenной и антиканцерогенной активностью, что открывает перспективы как по его изучению, так и по его применению в онкологической практике.

Ключевые слова: химический состав Мертвого моря, археобактерии

FEATURES OF CHEMICAL COMPOSITION AND PROPERTIES OF THE DEAD SEA COMPLEX DN-1

Lopatina A.B.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: panachev@pstu.ru

This review examines the scientific characteristics of the chemical composition of the Dead Sea. It describes the stages of the origin, formation and development of the Dead Sea, and the comparative analysis of the chemical composition of the Dead Sea and other salt water of the Earth. Reveals the unique chemical composition and physical factors contribute to this. Shows the origin of life on Earth. It is described impact of unique chemical composition of the Dead Sea on the mechanism of nucleation and the formation of single-celled life form halophilic bacteria of the Archean. This article described that archaea's high adaptive capacity is due to the unique chemical composition of the Dead Sea. On the basis of the homogenate halophilic bacteria and chemicals from the Dead Sea is created complex DN-1, which has antimutagen and anticarcinogen activity. Complex DN-1 have a big perspective to use in oncology practice.

Keywords: chemical composition of the Dead Sea, archaea

Изучение факторов, нативно встречающихся в природе, является интересной и актуальной задачей. Поняв природу натуральных веществ, суть их происхождения и формирования, можно решить задачу применения и использования естественно существующих соединений в жизни человека, для ее улучшения, а также взаимообогащения в континууме «человек-природа».

Целью данного обзора является описание особенностей химического состава Мертвого моря, которые неразрывно связаны с особенностями физических факторов, зависящих от исторической и географической специфики этого водоема, а также описание свойств комплекса DN-1, сгенерированного на основе биомассы Мертвого моря.

Для понимания особенностей образования Мертвого моря, необходимо осветить вопрос образования жизни на Земле и физико-химических предпосылок к этому. Жизнь на планете Земля зародилась из хаоса – облака склеившихся частиц пыли, точно таких же, как и множество подобных образований во

Вселенной. И в этом хаосе зародилось чудо жизни [3]. Сегодня наша жизнь – это всего лишь одно из звеньев в цепочке бесчисленных живых существ, сменяющих друг друга на Земле, на протяжении 4 миллиардов лет. Вулканы отдаленно напоминают Землю в период зарождения [4]. Расплавленная порода извергается из глубины кратера, твердеет, застывает неровностями, раскалывается, а потом вулкан на некоторое время затихает. Кольца дыма, струящиеся из недр земли, были неотъемлемой частью первоначальной атмосферы планеты, лишенной кислорода. Плотная атмосфера, состоящая из водяного пара, богата углекислым газом, словно в печном котле. Земля остывала, водяные пары остывали и проливались дождями. На планете, находящейся на уникальном расстоянии от Солнца, не слишком далеко и не слишком близко, накопление воды в жидкой форме стало возможным благодаря совершенному экологическому балансу [15]. Вода прокладывала русла. Если взять за основу теорию голографичности всего сущего во Вселенной,

то проложенные водой русла на поверхности Земли выполняют те же функции, что и сосуды, а точнее вены в теле человека. Реки вымывали минералы из скал, постепенно наполняли ими пресные воды океанов, так вода в океанах становилась все более соленой. Жизнь впервые зародилась в виде примитивных одноклеточных форм, до сих пор живущих на Земле в термальных источниках [8]. Эти примитивные формы – архебактерии являются предками всего живого на Земле, в том числе и человека. Они поглощают тепло Земли, все, кроме цианобактерий или сине-зеленой водоросли. Они обладают способностью абсорбировать солнечную энергию. Являясь важным предком всех вчерашних и сегодняшних видов растений, архебактерия является прародительницей всего живого на планете, и миллиарды продуктов ее распада меняли и изменили физико-химическую и биологическую компоненту, а вслед за тем и судьбу Земли, видоизменив ее атмосферу. Углерод, отравляющий нашу атмосферу, никуда не делся, содержится в земной коре [6]. Когда-то повсюду было море, населенное микроорганизмами, которые, поглощая углерод, растворенный в океане, выращивали свои раковины. Углерод содержится в остатках пластов раковин миллиардов микроорганизмов. Они абсорбировали углерод из атмосферы, благодаря чему смогли развиваться новые формы жизни [14]. За миллионы лет своего существования архебактерии не изменили своей структуры, не мутировали, и попадая в организм человека запускают программу его самовосстановления, препятствуя клеточным мутациям, восстанавливая ДНК [19] и переводя организм человека на новый адаптационный уровень [12], что обеспечивает его оздоровление, профилактику и лечение онкозаболеваний [18].

В соответствии с современными представлениями в группу архебактерий выделены прокариоты, представляющие одну из трех линий эволюции жизни [5]. В IX издании Определителя бактерий Берги впервые сделана попытка классифицировать известные архебактерии. Они разделены на 5 подгрупп. В I, самую большую подгруппу, включены метаногенные бактерии, главным и характерным признаком которых является способность образовывать метан в качестве главного конечного продукта энергетического метаболизма. Во II подгруппу отнесены экстремально термофильные, строго анаэробные формы, образующие H_2S из сульфата в процессе диссимиляционной сульфатредукции. Экстремально галофильные

архебактерии, составляющие III подгруппу, представлены грамположительными или грамотрицательными формами, аэробными или факультативно анаэробными хемоорганотрофами. Характерна потребность в высоких концентрациях $NaCl$. Некоторые виды содержат бактериородопсин и способны использовать энергию света для синтеза АТФ. В природе распространены в местах высокой концентрации соли: в соленых озерах, белковых продуктах, законсервированных с помощью соли, например, в соленой рыбе.

В настоящее время на нашей планете существует множество водоемов с повышенным содержанием солей и микроэлементов, в том числе и на территории России, в которых бы могли существовать архебактерии и до сих пор [16]. Однако, присутствие архебактерий в водах различных озер невозможно в силу ряда причин или климато-географических или физических свойств, помимо Мертвого моря, расположенного между Иудейскими и Иорданскими горами на дне Иордано-аравийского разлома, который является частью африканской системы разлома и обладает необычными геохимическими качествами. Его вода имеет предельно высокую соленость, его химический состав уникален [11].

Бессточное озеро площадью 1050 км² находится в самом низком месте земного шара – на 407 метров ниже уровня Мирового океана. Его глубина составляет 350–400 м, длина – 79,5 км, максимальная ширина – 17 км, объем воды равен 140 кубическим километрам. В него впадает единственная река – Иордан.

В своих теперешних очертаниях Мертвое море существует 5000 лет. За это время на его дне скопился осадочный слой ила толщиной в 100 метров, так называемые грязи или пелоиды Мертвого моря. Они содержат 45 % солей, 5 % биомассы и 50 % воды [17].

Уникальность Мертвого моря заключается не только в его географических особенностях. Это регион с высокой солнечной активностью (330 солнечных дней в году), незначительным количеством осадков (около 50 мм в год), минимальным количеством жесткого ультрафиолета, среднегодовой температурой 22–24 °С, сухим воздухом, насыщенным ионами йода, брома и др. Такое уникальное сочетание физических факторов создает и поддерживает условия для сохранения химического состава и биологической компоненты, ведь именно наличие солнечного света запускает фотореактивацию, необходимую для восстановления ДНК в клетках [9].

Вода Мертвого моря отличается рядом особенностей и, прежде всего, высокой соленостью (суммарным содержанием солей, содержащихся в 1 кг морской воды, исчисляется в промилле). Сравнение данных солености разных водоемов показывает, что соленость Мертвого моря в 8 раз превышает соленость Атлантического океана, в 7 раз Средиземного и Красного морей, в 14,5 раз – Черного и в 40 раз – Балтийского.

Насыщенная солями вода Мертвого моря очень плотная – 1,234 г/л и содержит 31 % растворенных в ней солей.

В сравнении с химическим составом вод Атлантического океана и реки Иордан вода Мертвого моря представляет собой высококонцентрированный рассол самых разнообразных солей и микроэлементов, причем содержание солей увеличивается от поверхности моря, где их концентрация составляет 30 %, до 40–42 % на глубине.

Средняя соленость воды бассейна Мертвого моря достигает 31,5 % [2]. Концентрация ионов серной кислоты очень низкая, а брома – 5,920 г/л – самая высокая на Земле. Большинство ионов кальция в Мертвом море уравнивается хлоридами.

В его водах растворено около 50 миллиардов тонн природных минералов 21 вида, необходимых для жизнедеятельности человека, причем концентрация их очень высока: от 280 до 420 г соли на 1 литр воды. 12 из этих минералов не встречаются больше ни в каких водоемах. Некоторые из них известны как способствующие релаксации, оздоровлению кожи, активирующие циркуляторную систему, облегчающие ревматические состояния и метаболические расстройства.

В районе Мертвого моря встречаются разнообразные типы горных пород: докембрийские скальные породы (в основном гранит, кислые вулканические и кремнистые породы). На юге – палеозойские и лизозойские (эоцен – морские отложения и т.д.). Разнообразие скальных пород, окружающих Мертвое море, и определяет уникальность его минерального состава. Химический состав воды Мертвого моря, его важнейшие биологически активные элементы, представлены в таблице.

Обычно на состав морской воды большое влияние оказывает вынос рек. При сравнении содержания макроэлементов в водах реки Иордан и Мертвого моря, такое влияние не просматривается. Следует отметить высокое содержание в воде Мертвого моря ионов натрия, калия, магния, кальция, брома, имеющих большое биологическое значение,

поскольку такой же состав макроэлементов имеют лимфа и кровь человека [11].

Содержание калия в Мертвом море почти в 20 раз больше, чем в Атлантическом океане, магния – в 35 раз больше, кальция – в 42 раза, брома – в 80 раз. По составу солей Мертвое море резко отличается от других морей планеты. В то время как в водах других морей содержание хлорида натрия составляет 77 % от всего солевого состава, в водах Мертвого моря его доля составляет 25–30 %, на долю же солей магния (хлорида и бромида) приходится до 50 %. Нигде на Земле при испарении морской воды калийные соли не осаждаются.

Химический состав воды Мертвого моря

№ п/п	Биологически активные элементы	г/л
1	калий	7,956
2	натрий	39,158
3	кальций	17,127
4	магний	43,345
5	хлор	227,545
6	бром	5,920
7	рубидий	0,060
8	Ионы серной кислоты	0,540
9	Ионы уголекислоты	0,240
10	ИТОГО:	341,891

Из воды Мертвого моря удастся искусственно кристаллизовать калийные соли, при том, что даже в искусственных испарительных бассейнах не удастся добыть калийную соль из морской воды. С 1930 г. на Мертвом море ведется добыча брома и карбоната калия.

К микроэлементам относят такие химические элементы, содержание которых в морской воде меньше 1 мг/кг морской воды. В воде Мертвого моря содержатся такие микроэлементы, как медь, цинк, кобальт и другие. Ионы этих минералов сорбируются различными природными адсорбентами: органическими веществами, фосфатами кальция, гидроксолями железа, вследствие чего содержание их в морской воде ниже, чем следовало ожидать, исходя из растворимости их соединений. Ионы ряда металлов осаждаются вследствие гидролиза в виде малорастворимых основных солей и гидроксидов. Следует также отметить, что на дне Мертвого моря обнаружены отложения серы и природного (естественного) асфальта. У минералов Мертвого моря в обычном молекулярном виде pH составляет 8,5–9, поэтому всегда существует опасность химического ожога и кожи, и сли-

зистых оболочек во время контакта с водой Мертвого моря. Тем не менее это не мешает использовать Мертвое море и зону его нахождения как мощный физиотерапевтический фактор для лечения ряда заболеваний [1].

Показано, что климатотерапия на Мертвом море обладает 100% терапевтическим эффектом [13].

Учитывая тот важный фактор, что благодаря своему химическому составу Мертвое море обладает целебными свойствами, но в то же время бальнеотерапия в его водах и климатотерапия на его берегах доступна не всем и сопровождается необходимостью соблюдения мер предосторожности, учеными клиники «LENOM» (Израиль) разработан комплекс DN-1, включающий в себя гомогенат красных галобактерий (галофильных археобактерий), выделенных из воды Мертвого моря и его химические элементы [7]. Также синтезирован модифицированный вариант комплекса DN-1 – DN-1м [10].

С помощью циклической вольтометрии показано, что гомогенат содержит гидрофильные и липофильные низкомолекулярные антиоксиданты. При анализе этого материала было выявлено наличие в нем большого количества каротеноидов, известных в качестве веществ, обладающих высокой антиоксидантной и противораковой активностью. На основании этих данных DN-1 и DN-1м были тестированы на их противораковую активность на культивируемых клетках аденокарциномы мышей (ЕМТ-6).

Клеточную пролиферацию и выживание определяли МТС-способом для живых клеток. DN-1 и DN-1м использованы в 0,3–3% растворах сырого гомогената, приготовленного в 7,5%-м растворе соли (NaCl) – для DN-1 и 5%-м – для DN-1м. Оба гомогената были цитотоксичны для раковых ЕМТ-6 клеток, причем токсичность возрастала с увеличением концентрации гомогената. Не найдено никакого влияния гомогенатов на пролиферацию этих ЕМТ-6 клеток.

Гомогенат усиливал летальное действие однократного облучения клеток в дозах 2, 4, 6 и 8 гр. Во всех экспериментах DN-1м был более эффективным, чем DN-1. Из всего этого можно заключить, что гомогенат красных галобактерий является цитотоксичным для клеток аденокарциномы мышей ЕМТ-6, как интактных, так и облученных [10]. Проводимые в этом направлении дальнейшие исследования могут внести вклад в предотвращение и лечение рака, что также подтверждается нобелевскими лауреатами 2015 года по химии [19, 20].

Таким образом, можно заключить, что состав воды Мертвого моря является не только уникальным по своим физическим и химическим свойствам, но и может выступать как лечебный фактор. Комплекс DN-1, синтезированный на основе основных компонентов Мертвого моря, включая биомассу и химические элементы, является неизученным, но мощным антимутагенным фактором, область применения которого при дальнейшем изучении может стать медицина, в том числе и онкология.

Список литературы

1. Абрамович С.Г., Адилев В.В., Антипенко П.В. и др. Физиотерапия: национальное руководство / Под ред. Г.Н. Пономаренко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 854 с.
2. Бентор Я. Некоторые геохимические аспекты Мертвого моря и вопросы его возраста. – Молекулярная биология клетки. – Т.1. – М.: Изд-во «Мир», 1994. – С. 13.
3. Гринин Л.В., Коротаев А.В., Марков А.В. Эволюция Земли, жизни, общества, разума. – М.: Изд-во РАН, 2013. – С. 362.
4. Гринин Л.В., Коротаев А.В., Марков А.В. Биологическая и социальная фазы макроэволюции: сходства и различия эволюционных принципов и механизмов. Эволюция, аспекты современного эволюционизма. – М.: ЛИБРОКОМ, 2012. – С. 12.
5. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2003. – 464 с.
6. Дубинин А.В. Геохимия редкоземельных элементов в океане: Автореф. дис. д-ра хим. наук. – М., 2004. – 54 с.
7. Клиническая апробация препаратов фирмы «Dr. Nona International LTD». Отчеты учреждений исполнителей. – М.: РАДЭКОН, 1997 – 264 с.
8. Колотыркина И.Я. Проточно-инжекционные каталитические системы спектрофотометрического определения марганца, железа и кобальта в морской воде: Автореф. дис. канд. хим. наук. – М., 1997. – 26 с.
9. Кольман Я., Рём К.Г. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2004. – 469 с.
10. Кухина Н.Г. Действие гомогената галобактерий Мертвого моря (DN-1), добавляемого в продукцию «Dr. Nona» на пролиферацию и выживание интактных и облученных раковых клеток // Мат-лы третьей научно-практической конференции «Оздоровительные препараты «Dr. Nona» в широкой медицинской практике. – М., 2001. – С. 39.
11. Мазур Н.Л. Рекомендации по применению препаратов фирмы «Dr. Nona». – СПб.: ООО «СЗПД», 2004. – 208 с.
12. Меерсон Ф.З., Пшеничкова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
13. Меньшикова Л.В. Актуальные вопросы медицинской климатологии и климатотерапии // Вопр. Курортологии. – 1978. – № 6. – С. 1–7.
14. Немировская И.А. Углеводороды в океане (Снеглед-вода-известь-донные осадки): Автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук. – М., 2000. – 40 с.
15. Никонов А.П. Конец феминизма. Чем женщина отличается от человека. – М., «Издательство НИЦ ЭНАС». – 2005. – 254 с.
16. Павлова Г.Ю. Карбонатная система как индикатор биогеохимических процессов в океане: Автореф. дис. канд. хим. наук. – Владивосток, 2001. – 24 с.
17. Buchalo A.S., Nevo E., Wasser S.P., Oren A. & Molitoris H.P. Fungal life in the extremely hypersaline water of the Dead Sea: first records // Proc. Royal. Soc. Lond. B. – 1998. – Vol. 265. – P. 1461–1465.
18. Lindahl T. Instability and decay of the primary structure of DNA // Nature. – 1993. – V. 362. – P. 709–715.
19. Modrich P. Mechanisms and biological effects of mismatch repair // Annu. Rev. Genet. – 1991. – V. 25. – P. 229–253.
20. Sancar A. Structure and function of DNA photolyase // Biochemistry. – 1994. – V. 33. – P. 2–9.