

8. РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И БИОТЫ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВОДА-ПОРОДА

DOI: 10.31554/978-5-7925-0536-0-2018-466-468

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ МИКРОБНЫХ МАТОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗОН ГИДРОТЕРМЫ АЛЛА (БАЙКАЛЬСКАЯ РИФТОВАЯ ЗОНА)

Бархутова Д.Д., Будагаева В.Г., Малыгин А.В., Зайцева С.В., Лаврентьева Е.В.

ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия, E-mail: darima_bar@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Микроорганизмы в процессе жизнедеятельности помимо основных конституционных элементов (С, N, O, P, S, H) используют щелочные и щелочноземельные металлы, элементы переменной валентностью, получая энергию в окислительно-восстановительных процессах. Термальная щелочная вода слабоминерализованного источника Алла (температура 34-59°C, pH 9,2- 9,7) относится к гидрокарбонатно-сульфатно-натриевому типу. Проведен микроэлементный анализ минеральной воды и микробных матов из разных биологических зон гидротермы Алла. Для высокотемпературных зон (55-58°C) характерно накопление в микробных матах редкоземельных и щелочноземельных элементов, низкотемпературных зон (32,8-34,4 °C) - радиоактивных элементов и переходных металлов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Изучение микробных сообществ гидротерм, основанное на системном подходе и рассматривающее микробное сообщество как целостную систему взаимосвязанных между собой и средой обитания микроорганизмов, позволяет установить значимость осуществляемых микробным сообществом процессов для функционирования природной экосистемы [1]. Микроорганизмы в процессе жизнедеятельности помимо основных конституционных элементов (С, N, O, P, S, H) используют щелочные и щелочноземельные металлы, элементы переменной валентностью, получая энергию в окислительно-восстановительных процессах. Ранее были получены данные о распределении элементов между органической и минеральной частями микробного сообщества гидротерм Баргузинской долины [2]. Наши исследования проводились с целью оценки аккумуляции и распределения микроэлементов термофильным микробным сообществом.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлась гидротерма Алла (Байкальская рифтовая зона) Свыше 46 выходов горячей сульфатно-гидрокарбонатной сероводородной воды гидротермы Алла приурочены к месту пересечения Баргузинского разлома с северо-западным разрывом, по которому заложена долина одноименной р. Алла. В теплых ручьях по изливу термальных вод происходит развитие и дифференциация микробных сообществ с формированием биологических зон в зависимости от физико-химических факторов.

Значение температуры воды в местах развития микробных матов (на 2 станциях) варьировала от 34,4(А1-5) до 58,1°C(А1-3), pH воды – от 9,2 до 9,6, содержание сульфидов – от 2,25 до 13,25 мг/л. Тонкие (не более 0,5 см) микробные маты зелено-коричневого цвета выявлены при температуре 55°C (станция 1) (при этом температура воды у излива могла достигать 64,4°C). При температуре 59°C развивался микробный мат оранжевого цвета толщиной до 2 см. Следует отметить, что эти 2 станции находились на расстоянии не более 1 м друг от друга.

Пробы воды и микробных матов были отобраны в летний период 2014 г. Для определения микроэлементного состава использован многоэлементный анализ ИСП-МС анализ.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

На 2 станциях гидротермы Алла, где развивались микробные маты, был определен микроэлементный состав: в воде – 53 элемента, а в микробных матах – 40 элементов.

Сравнительный анализ состава доминирующих таксонов в микробных матах на выявил существенные различия в зависимости от температуры: при температуре 55°C и 58°C в составе микробного сообщества преобладали термофильные бактерии филогенетически разнообразных группы Atribacteria, Nitrospirae, Chloroflexi. При понижении температуры до 34,4°C – доминировали Proteobacteria.

Микроэлементный анализ минеральной воды и микробных матов показал присутствие щелочных и щелочноземельных металлов, переходных металлов, металлоидов и неметаллов, редкоземельных и радиоактивных элементов.

Наибольшую концентрацию в воде имели такие элементы как Fe (479,47-1294 мкг/л), Al (70,55- 444,91), Sr (276,74-345,51), Cr (50,18-184,03), Ni (215,01-369,33), Zn (343,72-411,73). Также отмечено высокое содержание таких элементов как Pb (до 98,96 мкг/л), В (до 85,77), Li (до 75,61), Ti (до 56,65), Mn (19,76) P (до 46,31) Cu (до 30,28), Ba (до 21,96), Rb (до 15,36).

Следующую группу (с концентрацией от 1 до 9 мкг/л) составили Ba, W, Mo, Sn, Ge, а также редкоземельные элементы La и Ce. Другие редкоземельные (в основном лантаноиды и Sc) присутствовали в воде в небольшом количестве и имели концентрацию от 0,006 до 0,5 мкг/л. Радиоактивные элементы Th и U имели в воде концентрацию 0,12-0,2 и 0,09-1,42 мкг/л (таблица).

Таблица. Элементный состав воды и микробных матов

Проба	Al-3 вода	Al-3 мат	Al-5 вода	Al-5 мат
Элемент	мкг/л	мкг/г	мкг/л	мкг/г
Rb	12,85	7,6	7,431	7,6
Be	0,0297	0,57	0,0196	0,29
Sr	276,74	1240	296,16	729
Ba	8,382	150	21,96	189
Sc	0,0192	-	0,0112	
Ti	15,50	497	20,66	559
V	0,4732	12,4	0,5266	12,6
Cr	50,18	8,9	99,21	8,5
Mn	8,687	91	10,51	108
Co	0,4815	1,73	0,7343	1,73
Ni	215,01	2,81	282,16	3,01
Cu	30,28	7,8	21,25	4,58
Zn	383,71	14,1	411,73	14,1
Y	0,0451	2,26	0,0414	2,73
Zr	0,6653	20	0,3760	21
Nb	0,0047	1,30	0,0048	1,73
Lu	0,0014	0,033	0,0010	0,044
Hf	0,0202	0,56	0,0112	0,55
Ta	0,0014	0,083	0,0009	0,091
Ga	3,099	3,39	1,639	3,62
Pb	98,96	1,96	85,59	2,03
La	0,6634	9,0	0,7908	3,97
Ce	0,7280	12,8	0,8767	7,2
Pr	0,0279	1,35	0,0304	0,90
Nd	0,0842	4,635	0,0926	3,52
Eu	0,0031	0,165	0,0024	0,19
Dy	0,0070	0,42	0,0110	0,48
Ho	0,0020	0,073	0,0021	0,097
Er	0,0037	0,27	0,0056	0,33
Yb	0,0050	0,24	0,0050	0,26
Th	0,1939	0,76	0,1158	0,50
U	0,4627	1,27	1,421	3,52

Известна важная роль микроорганизмов в миграции и селективном использовании таких элементов (B, F, Si, Ag, Cd, Sr, Ba и др.) благодаря разнообразным формам метаболизма. В микробных матах, также как и в воде, определены высокие концентрации таких элементов как Sr (729-1240 мкг/г воздушно-сухой массы), Ba (150-189), Ti (497-559), Mn (91-108), V (12,4-12,6).

В микробных матах отмечены высокие концентрации редкоземельных элементов: концентрация Ce достигала 12,8 мкг /г в пересчете на воздушно-сухую массу, при его содержании в воде 2,22 мкг/л, концентрация La была равна 9 мкг /г в микробном мате при его концентрации в воде 1,608 мкг/л, Nd – 4,36 мкг /г при концентрации в воде 0,084 мкг/л, Y – 1,3-1,73 мкг/г при содержании в воде 0,04-0,18 мкг/л. В микробных матах из низкотемпературной зоны содержание урана достигало 3,52 мкг/г (таблица).

Анализ полученных данных показал, что содержание редкоземельных и щелочноземельных элементов в микробных матах высокотемпературных зон гидротермы Алла (55-58°C) было выше, чем в микробных матах из низкотемпературных зон (32,8-34,4° C). И наоборот, более высокие концентрации радиоактивных элементов, также ниобия и тантала, иттрия (переходных металлов) были характерны для микробных матов из низкотемпературных зон.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в термофильных микробных матах из высокотемпературных зон более эффективно концентрируются редкоземельные и щелочноземельные элементы, а в матах из низкотемпературных зон гидротермы – радиоактивные и переходные элементы (металлы).

Исследования выполнены в рамках темы госзадания № госрегистрации АААА-А17-117011810034-9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заварзин, Г.А. Бактерии и состав атмосферы / Г.А. Заварзин. - М.: Наука, 1984. – 199 с.
2. Lazareva E.V., Bryanskaya A.V., Zhmodik S.M., Kolmogorov Y.P., Pestunova O.P., Barkhutova D.D., Zolotarev K.V., Shaporenko A.D.. Elements redistribution between organic and mineral parts of microbial mats: SRXFA research (Baikal Rift Zone) // Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, A, 603, (2009) 137-140.

ELEMENT COMPOSITION OF MICROBIAL MATS FROM DIFFERENT BIOLOGICAL ZONES OF THE ALLA HOT SPRING (BAIKAL RIFT ZONE)

Barkhutova D.D., Budagaeva V.G., Malygin A.V., Zaitseva S.V., Lavrentyeva E.V.

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova, 6

ABSTRACT: In addition to the basic constitutional elements (C, N, O, P, S, H) microorganisms use alkaline and alkaline earth metals, elements of variable valence in the process of life, obtaining energy in the redox processes. The thermal alkaline water of the weakly mineralized Alla spring (temperature 34-59 ° C, pH 9.2-9.7) are the hydrocarbonate-sulphate-sodium type. In different biological zones of the Alla spring a microelement analysis of mineral water and microbial mats has been carried out. The high-temperature zones (55-58 ° C) are characterized by the accumulation in the microbial mats of rare-earth and alkaline-earth elements, low-temperature zones (32.8-34.4 ° C) - radioactive elements and transition metals.