4. БИОТА И ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ

DOI.10.31554/978-5-7925-0584-1-2020-143-146

Особенности химизма микробных сообществ поверхностных вод техногенных и природных ландшафтов Джидинских месторождений вольфрама и молибдена

Дорошкевич С.Г., Смирнова О.К.

Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, Улан-Удэ, Россия, E-mail: dorosh@ginst.ru

АННОТАЦИЯ: В работе рассмотрены сообщества микроорганизмов и водорослей, обитающих в рудничных и подотвальных водах Джидинских месторождений вольфрама и молибдена. Химический состав микробных сообществ поверхностных вод техногенных и природных ландшафтов существенно различается.

Features of the chemistry of microbial communities of surface waters technogenic and natural landscapes of the Dzhidinsky deposits of tungsten and molybdenum

Doroshkevich S.G., Smirnova O.K.

Geological institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia, E-mail: dorosh@ginst.ru

The paper considers communities of microorganisms and algae that live in the mine and subdump waters of the Dzhidinsky deposits of tungsten and molybdenum. Chemical composition of microbial associations of surface-water of technogenic and natural landscapes differentiates substantially.

ВВЕДЕНИЕ

В рудничных и подотвальных водах геотехногенных ландшафтов вольфрамовых месторождений Забайкалья широко распространены разнообразные сообщества микроорганизмов и водорослей (биоматы). Механизмы приспособления микробных сообществ к селективным физико-химическим условиям позволяют бактериям занимать ниши, недоступные другим видам организмов [1-3, 5-10 и др.]. Протекающие в биоматах процессы жизнедеятельности приводят к избирательному накоплению химических элементов из окружающей среды или, наоборот, способствуют переходу слаборастворимых соединений потенциально токсичных элементов в подвижные легкорастворимые формы и миграции их в окружающие ландшафты [4, 11].

Цель нашего исследования – выявить особенности процессов накопления химических элементов микробными сообществами поверхностных вод природных и геотехногенных обстановок Джидинских месторождений вольфрама и молибдена.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

На территории заброшенного Джидинского вольфрамо-молибденового рудника отобраны пробы биоматов. Пробы представлены нитчатыми водорослями, ассоциирующие с зелено-ватой-желтой, охристой или белесой субстанцией, сложенной колониями микроорганизмов. Характеризуют следующие техногенные обстановки: 1) рудничный ручей, вытекающий из

штольни «Западная», вскрывающей самые нижние горизонты жильного вольфрамового месторождения; 2) река Модонкуль после впадения в нее рудничных штольневых вод; 3) ручей Гуджирка, дренирующий отвалы пустых пород рудника. В качестве контрольных проб рассмотрены микросообщества ручья Мыргеншено до впадения в него ручья Гуджирка и биоматы реки Джиды. Содержание химических элементов в пробах определялось в навеске воздушно-сухого вещества методом кислотного разложения ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98 на приборе ICP-MS Elan 9000 PerkinElmer (USA) в Хабаровском инновационно-аналитическом центре (Хабаровск, Россия). Морфология и качественный химический состав микробиоты изучен с помощью сканирующего электронного микроскопа LEO 1430VP в Центре коллективного пользования «Аналитический центр минералогических, геохимических и изотопных исследований» при ГИН СО РАН (Улан-Удэ, Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав микробных ассоциаций поверхностных вод техногенных и природных ландшафтов существенно дифференцируется (табл.). По результатам исследований выделен ряд химических элементов, содержание которых в различных ассоциациях микробиоты как природных, так и техногенных ландшафтов находится приблизительно на одном уровне: калий, фосфор, марганец, магний, хром и мышьяк.

Таблица.1 Пределы колебаний (числитель) и среднее содержание (знаменатель) химических элементов в биоматах, мг/кг

Элемент	Техногенные участки, n=11	Природные участки, n=3
Fe	22973-309388 88031	4741-14641 8735
Al	15663-147765 62819	6340-15356 9465
K	3445-21421 11127	7371-13328 10431
Ca	2048-14222 7162	16979-99004 47245
Na	1794-23421 8480	1055-7632 3322
Mg	1894-13405 8406	3398-6722 5125
P	497-4025 1384	868-3134 2052
Ti	365-4441 2030	270-1052 547
Cu	322-3211 1604	15.3-29.2 21.2
Zn	254-5162 1004	118-157 136
Mn	339-2078 923	268-2073 885
Pb	49.4-601 216	4.17-26.4 17.6
Cr	43.2-235 101	21.7-182 82.8
W	9.84-152 61.3	0.96-1.83 1.44
Ce	24.9-98.9 63.1	5.44-15.8 9.10
Be	7.29-125 42.8	0.47-1.25 0.78
Co	6.94-49.4 22.1	2.8-8.48 6.53
La	10.5-37.9 24.7	3.60-7.16 4.82
Mo	5.56-50.0 20.0	1.03-6.88 3.26
Cd	3.93-44.2 10.7	0.46-7.76 4.30
As	6.75-17.3 9.7	6.6-13.9 10.4
Bi	1.08-19.9 7.02	0.09-0.28 0.16
Sb	0.91-9.19 2.56	0.11-1.07 0.48
Sn	0.73-3.46 1.82	0.0005-0.66 0.47

Содержание кальция в биоматах природных территорий в 6.6 раз выше его количеств в микробиоте техногенных участков (см. табл.). В биоматах техногенных обстановок выявлено превышение фоновых значений (по среднему содержанию): натрия, титана, кобальта, лантана, кадмия, сурьмы и олова – в 2.5-5.3 раза;

алюминия, цинка, церия, молибдена – в 6.1-7.4 раза; железа и свинца – в 10-12 раз; висмута и вольфрама – в 43-44 раза; бериллия – в 55 раз; меди – в 75 раз. По абсолютным значениям, наибольшее количество меди в биомассе микробиоты приурочено к ручью Гуджирка и реке Модонкуль; бериллия – реке Модонкуль; вольфрама, висмута – ручью Гуджирка; свинца – рудничному ручью штольни Западная; железа – рудничному ручью штольни Западная и ручью Гуджирка.

Анализ химического состава микробных сообществ техногенных ландшафтов в зависимости от ассоциирующей субстанции выявил некоторые его особенности (рис. 1).

Рис. 1. Среднее содержание химических элементов в биоматах техногенных ландшафтов, мг/кг

Так, самое высокое содержание железа и свинца отмечается в биоматах, имеющих охристую субстанцию (см. рис. 1). Такие микробные сообщества наиболее распространены в рудничном ручье штольни Западная и в среднем течении ручья Гуджирка. Алюминий, медь, цинк, бериллий и кадмий сконцентрированы в биоматах с белесой субстанцией из реки Модонкуль (после впадения в нее рудничных вод). Для микробных сообществ с зеленоватой-желтой субстанцией характерно большее накопление хрома, никеля, рубидия, фосфора, калия, натрия и титана. Содержание вольфрама, молибдена и висмута в биоматах с охристой и зеленоватой-желтой субстанцией находятся приблизительно в равных количествах.

Качественный химический анализ (рис. 2) показал, что в микробных сообществах природных обстановок происходит характерное накопление кальция. Данный элемент влияет на доступность для биоты ряда макро- и микроэле-

ментов, способствует поглощению важных элементов питания, регулирует водный баланс. В биоматах, имеющих охристую субстанцию в значительных количествах накапливается железо и сера. Данные элементы имеют ураганные концентрации в рудничных водах. Для биоты с белесой субстанцией отмечено высокое содержание алюминия и фтора. Вид субстан-

ции в составе биоматов зависит от окислительно-восстановительной обстановки в воде. Так, например, рудничные воды имеют кислую реакцию (рН 3.17-4.95) в месте выхода их из штольни Западная с распространением охристых и зеленовато-желтых биоматов и нейтральную (рН 6.74-6.89) – в реке Модонкуль с белесыми биоматами.

Рис. 2. Внешний вид и химический состав микробных сообществ: природных ландшафтов с зеленовато-желтой (a) и техногенных ландшафтов с охристой (b) и белесой (c) субстанцией

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Химический состав микробных сообществ поверхностных вод техногенных и природных ландшафтов Джидинских месторождений вольфрама и молибдена существенно различается. Для микробных сообществ природных территорий характерно большее накопление химических элементов, участвующих в процессах метаболизма. В биоте техногенных обстановок концентрируются потенциально токсические химические элементы, характерные для данной геохимической обстановки: железо, свинец, медь, кадмий, алюминий, цинк, титан, висмут, вольфрам, бериллий, лантан, церий. Полученные данные позволяют рассматривать биоматы, образующиеся на территории вольфрамовых месторождений, как своеобразные фильтры, которые могут быть использованы в схемах рекультивации территорий добычи полезных ископаемых.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ГИН СО РАН по проекту IX.137.1.4. Взаимодействия в системе водопорода-органическое вещество в природных и

техногенных обстановках Байкальского региона № АААА-А17-117021310076-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бархутова Д.Д., Цыренова Д.Д., намсараев Б.Б., Даваасурен Тумэнжаргал. Геохимическая активность микробных сообществ термальных источников Монголии // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле, 2010. – Т. 3 – № 2. – С. 19-29
- Будагаева В.Г., Устинова О.В., Бархутова Д.Д., Намсараев Б.Б. Гидрохимическая и микробиологическая характеристика гидротермы Кучигер // Вестник Бурятского государственного университета, 2015. - № 3. – С. 59-62
- Булаев А.Г. Термоацидофильные микробные сообщества природных и техногенных экосистем. Автореферат дис.... кандидата биологических наук. М, 2013. – 23 с.
- Ильбулова Г.Р., Семенова И.Н. Оценка параметров функционального биоразнообразия почвенных микробных сообществ территорий, подверженных воздействию горно-обогатительных комбинатов // Вестник Воронежского государственного университета, 2009. – № 6(100). – С. 571-572.
- Каллистова А.Ю., Саввичев А.С., Русанов И.И., Пименов Н.В. Термокартовые озера – экосистемы с

интенсивными микробными процессами цикла метана // Микробиология, 2019. – № 6. – С. 631-644

6. Намсараев З.Б. Микробные сообщества щелочных гидротерм. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М., 2003. – 151 с.

7. Потапова З.М., Брянская А.В. Влияние температуры на распределение цианобактерий в гидротермах Северного Прибайкалья //Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле», 2008. – Т.1. - № 1. – С. 123-128.

8. Птицын А.Б., Матюгина Е.Б., Белькова Н.Л. Криптобиосфера Земли //Мат. Всероссийской конф. с международным участием «Эволюция биосферы и техногенез», 2016. – С. 102-104.

9. Татаринов А.В., Яловик Л.И., Кашкак Е.С., Данилова Э.В., Хромова Е.А., Хахинов В.В., Намсараев Б.Б. Минералого-геохимические особенности бактериальных матов и травертинов термального

источника Хойто-Гол (Восточные Саяны) //Геология и геофизика, 2017. - № 1. – С. 60-73 / Tatarinov A.V., Yalovik L.I., Khromova E.A., Kashkak E.S., Khakhinov V.V., Danilova E.V., Namsaraev B.B. Mineralogical and geochemical features of bacterial mats and travertines of the Khoito-Gol thermal spring (East Sayan) //Russian Geology and Geophysics, 2017. - № 1 (58). – P. 47-58.

10. Belkova N.L., Feranchuk S.I., Matyugina E.B., Dagurova O.P. Structure alterations of bacterial communities in soda and freshwater reservoirs //13th International Conference on Salt Lake Research (ICSLR 2017) Book of abstracts. Editors by E.Yu. Abidueva, D.D. Barhutova, V.V. Khakhinov, 2017. - С. 7.

11. Ptitsyn A.B., Grebenshikova V.I., Zamana L.V., Itigiliva M.Ts., Matyugina E.B., Smirnova O.K., Yurgenson G.A. Mobility of chemical elements in aquatic and terrestrial ecosystems // Vestnik ZabGU, 2014. – № 08 (111). – P. 23-32