

Сведения о выполненных работах в 2016 году  
по проекту «**Биогенные сульфиды металлов: геномика и механизмы  
образования**», поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 14-14-00427

Руководитель д-р биол. наук Карначук Ольга Викторовна

Изучение образования сульфидов металлов сульфидогенными микроорганизмами (СГМ) было продолжено с использованием ацидофильных *Desulfovibrio* spp., *Desulfosporosinus* sp. OL, мезофильного и нейтрофильного *Desulfovibrio* sp. A2, термофильных *Thermodesulfovibrio* sp. N1 и *Thermodesulfovibrio* sp. V2.

Было показано образование кристаллических сульфидов кобальта, кобальтпентландита ( $Co_9S_8$ ) и джайпурита ( $CoS$ ), в культурах СГМ различных филогенетических групп. В химических экспериментах с добавлением в кобальтсодержащую среду  $H_2S$  в количестве, эквивалентном продукции сульфида СГМ, кристаллических сульфидов кобальта не обнаружено. Единственной предполагаемой формой сульфида в химических контролях является аморфный сульфид кобальта. Важно, что СГМ, выращенные в биопленках на различных поверхностях, образовывали нано-ориентированные кристаллы сульфида кобальта. Такие нано-ориентированные кристаллы могут быть использованы в промышленности в качестве катализаторов для гидрообессеривания нефти и восстановления протонов. В настоящее время для производства нано-ориентированного кобальтпентландита применяют сложные технологии, основанные на обработке высокими температурами, использовании токсичных растворителей или лазерного напыления. Нами установлено, что ацидофильные штаммы *Desulfovibrio* образуют нано-ориентированный кобальтпентландит, сходный с таковым, произведенным методом лазерного напыления. Результаты по биогенному образованию наноразмерных сульфидов кобальта были представлены на Международном конгрессе Extremophiles-2016 в Киото, Япония.

Выделены и изучены новые экстремофильные СГМ. Получены чистые культуры термофильных сульфатредукторов, принадлежащих к *Desulfotomaculum* и *Thermodesulfovibrio*. *Thermodesulfovibrio* sp. V2 выделен из глубинного водоносного горизонта, характеризующегося повышенной концентрацией стронция. Насколько нам известно, это первая сульфидогенная бактерия, устойчивая к высоким концентрациям  $Sr^{2+}$ . Биохимические механизмы и геохимические последствия активного сульфидогенеза в местообитаниях, насыщенных  $Sr^{2+}$ , нуждаются в исследовании.

Анализ образования кристаллических сульфидов железа под действием СГМ, принадлежащих к различным филогенетическим группам, указывает на то, что образование пирита ( $FeS_2$ ) редко происходит в краткосрочных экспериментах, даже в условиях низкого рН. Грейгит ( $Fe_3S_4$ ) был основной кристаллической фазой, образуемой СГМ.

Исследовано образование сульфидов с использованием *Thermodesulfovibrio* sp. N1, термофильного сульфатредуктора, выделенного из глубинного водоносного горизонта (на глубине около 3 км) в Томской области. Для этой бактерии изучена физиология и устойчивость к металлам, секвенирован геном (совместно с ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН). По результатам изучения нового термофильного СГМ, *Thermodesulfovibrio* sp. N, опубликована статья «Characterization and genome analysis of the first facultatively alkaliphilic *Thermodesulfovibrio* isolated from the first terrestrial subsurface», Frank V., Kadnikov V., Lukina A., Banks D., Beletsky A., Mardanov A., Sen'kina E., Avakyan M., Karnachuk O. and Ravin N., в журнале *Frontiers in Microbiology* (импакт-фактор 4.165).