

УДК 640

ПОВЕДЕНИЕ ПЛАНКТОННЫХ УРЕОЛИТИЧЕСКИХ КЛЕТОК *VACILLUS LICHENIFORMIS* ПРИ БИОМИНЕРАЛИЗАЦИИ CaCO_3 **Л.А. Иванова^{1,2}, Д.А. Головкина^{1,2}, Е.В. Журишкина^{1,2}, В.В. Егоров^{1,2}, А.А. Кульминская^{1,2}**¹ Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинов, Ленинградская обл, Россия;² Курчатовский геномный центр – ПИЯФ, Ленинградская обл., Россия;

Биоминерализация – феномен образования минералов живыми организмами в результате их метаболических реакций с окружающей средой. Карбонат кальция является одним из самых распространенных материалов на Земле, являясь основным компонентом известняка, мрамора, мела, травертина, доломита. Процесс индуцированного микроорганизмами осаждения CaCO_3 (MICP) привлекает большое внимание исследователей [1]. В частности, в течение последних 15 лет активно разрабатываются технологии по восстановлению бетонных конструкций, которые можно «ремонттировать», используя осажденный бактериями карбонат кальция. Однако на сегодняшний день механизм образования кристаллов бактериальными клетками все еще остается не до конца изученным: появление центра кристаллизации и начальный рост кристаллов карбоната кальция являются наиболее дискуссионными вопросами [2].

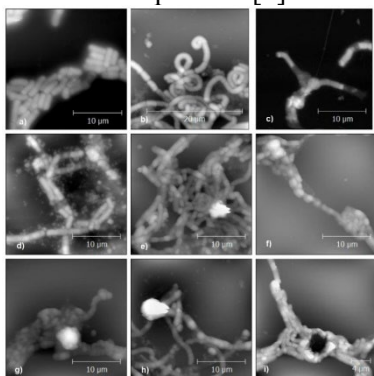


Рис. 1. Процесс кристаллообразования в течение 48 часов бактерией *B. licheniformis* DSMZ 8782 на среде B4 – M; Зондовый сканирующий микроскоп NT-MDTSolverBio. Время наблюдения: а) 0 ч; б) 9 ч; в) 18 ч; д) 24 ч; е) 27 ч; ф) 30 ч; г) 33 ч; з) 42 ч; и) 45 ч

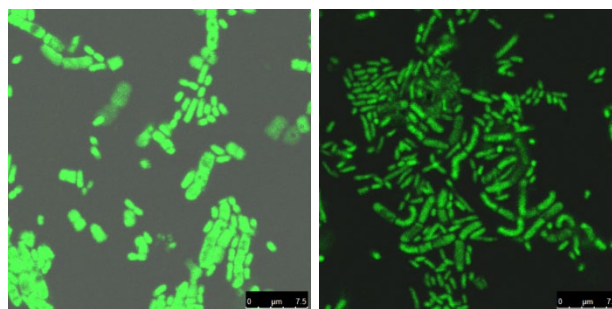


Рис. 2. Изображения полученные с помощью конфокальной микроскопии с окрашиванием ДНК-связывающим красителем *B. Licheniformis*, культивируемых в течение 24 часов а) в среде без мочевины и CaCl_2 б) в присутствии мочевины CaCl_2

В ранее проведенном скрининге штаммов бактерий, способных к MICP, мы обнаружили, что наиболее эффективной культурой для образования кристаллов карбоната кальция был штамм *Bacillus licheniformis* DSMZ 8782 (результаты готовятся к публикации).

В настоящем исследовании мы использовали несколько микроскопических (атомно-силовая, конфокальная и растровая электронная микроскопии) и биохимических методов (измерение изменения значений pH среды, количества биомассы, количества осадка CaCO_3 , а также значений удельной уреазной активности в процессе культивирования *B. licheniformis* в присутствии мочевины), чтобы продемонстрировать поведение планктонных бактериальных клеток во время роста в среде, содержащей мочевины, и их влияние на инициацию кристаллизации CaCO_3 и эволюцию кристаллов.

С помощью конфокальной микроскопии была показана эволюция накопления внеклеточного матрикса, содержащего белковую компоненту и компоненту, содержащую ДНК с использованием специфических красителей.

Работа выполнена при финансовой поддержке «Курчатовского геномного центра – ПИЯФ» программой развития центров генетических исследований мирового уровня, Соглашение №. 075–15–2019–1663.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dhami, N.K. Application of calcifying bacteria for remediation of stones and cultural heritage / N.K. Dhami, M.S. Reddy, A. Mukherjee // *Frontiers Microbiol.* – 2014. – № 5. – P. 304.
2. Le Métayer-Levrel, G. Applications of bacterial carbonatogenesis to the protection and regeneration of limestones in buildings and historic patrimony / G. Le Métayer-Levrel, S. Castanier, G. Oriol, J-F. Loubière, J-P. Perthuisot // *Sediment Geol.* – 1999. – № 126. – P. 25–34.