



УДК 576.8

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ В ПЕЩЕРАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*С.В. Хижняк
А.А. Березикова
И.Д. Таушева*

Пещеры представляют собой исключительно интересный природный объект, обладающий целым комплексом уникальных физико-химических свойств. Отсутствие света, особый микроклимат, изолированность и труднодоступность подземных полостей приводят к формированию в них специфических экосистем, в состав которых входят представители практически всех крупных таксонов живых организмов. Несмотря на достаточно большое число биологических исследований, проводившихся в пещерах различных районов Земного шара, микроорганизмы остаются наименее изученным компонентом подземных экосистем.

Исследования, проведенные нами в пещерах Красноярского края, показали наличие специфических бактерий и грибов, численность которых может дости-

гать 10^6 - 10^7 микробных клеток на 1 г грунта [1]. Настоящая работа посвящена изучению биологических особенностей бактерий, обитающих в пещерах Красноярского края и Хакасии.

Объектами исследования служили 52 штамма бактерий, выделенных из грунта и воды шести пещер, относящихся к пяти различным карстовым участкам [2,3]. Изучали физиолого-морфологические особенности, пищевые потребности и температурные пределы роста выделенных культур.

Выделенные штаммы представлены аэробными и в меньшей степени, факультативно, — анаэробными палочками. Во всех изученных пещерах доминируют формы с грамположительным типом клеточной стенки (рис. 1).

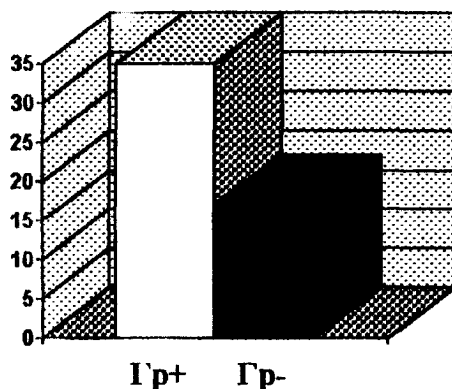


Рис. 1. Соотношение грамположительных (Гр+) и грамотрицательных (Гр-) штаммов в пещерах Красноярского края

Изучение пищевых потребностей показало, что свыше 80% выделенных культур способны использовать как органические, так и минеральные формы азота. Девять штаммов нуждаются в органических источниках азота.

Большинство штаммов обладает способностью к гидролизу экзогенных высокомолекулярных органических соединений. При этом отмечается статистически значимое преобладание культур, синтезирующих экзогенные протеазы, над амилолитическими штаммами (рис. 2).

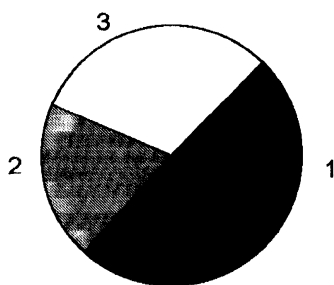


Рис. 2. Соотношение штаммов, обладающих экзогенными гидролитическими ферментами;
 1 - штаммы, выделяющие протеазы; 2 - штаммы, выделяющие амилазы;
 3 - штаммы, не обладающие ферментативной активностью

Так, если способность к гидролизу экзогенных белков проявили 30 штаммов, то амилаолитической активностью обладают лишь 12 из проанализированных культур. Можно предположить, что низкая амилаолитическая активность у обитающих в пещерах бактерий связана с отсутствием там естественных источников крахмала, 19 штаммов не способны к гидролизу высокомолекулярных соединений.

Одной из важнейших характеристик обитающих в пещере микроорганизмов является температурный диапазон роста. Поскольку для сибирских пещер характерна постоянная низкая температура +3...+5°C, то среди естественной микрофлоры пещер следует ожидать формы, способные к росту при пониженной температуре.

Как показали наши исследования, в пещерах Красноярского края присутствуют как психрофильные, так и эвритермные бактерии. Психрофильные штаммы

не способны к росту при температуре выше +25°C, в то время как эвритермные хорошо растут в широком диапазоне температур. Хотя среди проанализированных нами культур численно преобладают эвритермные формы (38 штаммов), наибольший интерес представляют психрофильные бактерии, поскольку, очевидно, именно они являются наиболее древними обитателями пещер, утратившими в процессе эволюции способность к росту при обычных температурах.

Как показали наши исследования, среди грамположительных бактерий встречаемость психрофильных форм почти в 2 раза выше, чем среди грамотрицательных (рис. 3). Тем не менее недостаточный объем исследованного материала пока не позволяет сделать статистически достоверный вывод о связи между типом клеточной стенки и относительной численностью психрофильных форм среди обитающих в пещерах бактерий.

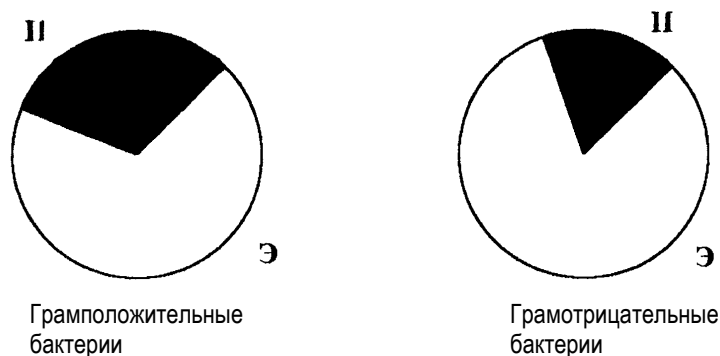


Рис. 3. Соотношение психрофильных (П) и эвритермных (Э) форм среди грамположительных и грамотрицательных бактерий

Среди выделенных нами облигатно психрофильных форм обнаружены представители р.р. *Bacillus* (5 штаммов), *Arthrobacter* (2 штамма), идентификация остальных культур продолжается (рис. 4, 5).

Обращает на себя внимание замедленный цикл развития у психрофильных бактерий р. *Bacillus*. Так, при выращивании на стандартных средах при температуре, близкой к оптимальной, данные бактерии начинают спорообразование не ранее чем через 10-14 суток, а в отдельных случаях - через 1-2 месяца. В то же время почвенные мезофильные представите-

ли р. *Bacillus* на аналогичных средах при оптимальной температуре спорулируют уже через 3-5 суток. Учитывая, что сигналом к спорообразованию у бактерий служит истощение питательной среды, можно предположить, что бактерии, обитающие в пещерах, расходуют меньшее количество питательных веществ на единицу биомассы, чем обычные почвенные бактерии. Это ведет к более экономному использованию питательной среды, что позволяет культуре дольше находиться в фазе активного роста.

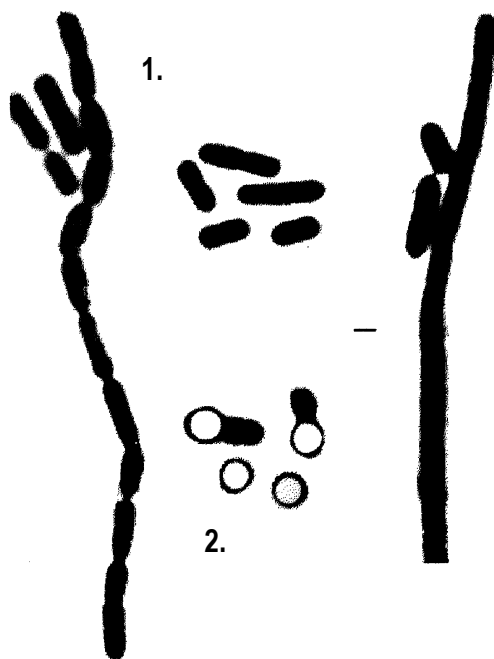


Рис. 4. Психрофильные бактерии р. *Bacillus*, выделенные в пещере Караульная-2:
1 - вегетативные клетки; 2 - споры и клетки со спорами (длина горизонтальной полоски - 1 мкм)



Рис. 5. Психрофильные бактерии р. *Arthrobacter*, выделенные в пещере Ящик Пандоры
(длина горизонтальной полоски - 1 мкм)

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что в пещерах Красноярского края присутствует богатая в качественном отношении бактериальная микрофлора, представленная преимущественно грамположительными аэробными бактериями с достаточно разнообразными пищевыми потребностями. Присутствие среди выделенных культур как

психрофильных, так и эвритермных форм свидетельствует о разных сроках заселения пещер различными группами бактерий. Можно предположить, что психрофильные штаммы представляют собой продукт эволюции наиболее древних обитателей пещер, в то время как эвритермные формы появились в пещерах относительно недавно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хижняк С.В., Таушева И.В., Маячих И.Н. Микрофлора пещер окрестностей г. Красноярска // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. - 1999. - Вып. 5. - С. 80-84.
2. Цыкин Р.А. и др. Пещеры Красноярского края. - Красноярск: Краснояр. кн. изд-во, 1974. - 104 с.
3. Цыкин Р.А., Цыкина Ж.Л. Карст восточной части Алта-Саянской складчатой области. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. - 94 с.
4. Rusterholtz, K.J., L.M. Mallory. Density, activity, and diversity of bacteria indigenous to a karstic aquifer // Microbial Ecology. - 1994. - № 28. - P. 79-99.
5. Semikolennykh A. Microorganisms in the caves of former-USSR: geography, ecology, geochemical activity // Proc. of 12th Int. Cong. of Speleology. - La Chaux-de-Fonds, Switzerland, 10-17.08.-1997.- Vol.3. - P. 293-299.



УДК 546.49 + 577.47

ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СОЕДИНЕНИЙ РТУТИ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*В.А. Колесников
Г.С. Бутенко
Ю.Н. Соломкина*

В результате воздействия загрязненной окружающей среды, а также при нарушении технологической обработки или условий хранения в пищевых продуктах могут появиться токсичные вещества, называемые загрязнителями. К их числу относятся и токсичные элементы. Они обозначены в международных требованиях, предъявляемых к пищевым продуктам объединенной комиссией ФАО (Продовольственная организация ООН) и ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения). В 1974 г. на основании рассмотрения глобальных и региональных экологических проблем были определены 8 классов приоритетных загрязнителей природных сред, наиболее влияющих на изменение экологической обстановки. Из металлов в список приоритетных загрязнителей вошли два - свинец и ртуть. Наибольшую опасность среди всех перечисленных элементов представляют ртуть, свинец и кадмий.

Ртуть Hg - высокотоксичный, кумулятивный (т.е. способный накапливаться в организме) яд. Поражает кровеносную, ферментативную, нервную системы и почки. Наиболее токсичны некоторые органические соединения, особенно метилртуть. Ртуть является кумулятивным ядом. Она поступает в окружающую среду в виде токсичных паров или ядовитых органических форм, известных под названием метилртуть. При взаимодействии ртути с живым веществом существенное значение приобретают биохимические процессы, приводящие к метилированию неорганической ртути в аэробных и анаэробных условиях. Метилртуть проникает в воду и накапливается в пищевой цепочке. Соль ртути - сулема (ртути дихлорид) - не диссоциирует на ионы и благодаря этому легко проникает через мембрану клетки. Ртуть относится к числу элементов, по-

стоянно присутствующих в окружающей среде и живых организмах, содержание ее в организме человека составляет 13 мг.

При поступлении в организм из окружающей среды ртуть распределяется по органам и субклеточным структурам. Значительное ее количество накапливается в печени, способностью избирательно накапливать ртуть обладают почки, что, вероятно, связано с особым значением элемента для специфической деятельности этого органа. Механизм токсикофармакологического действия тяжелых металлов, в том числе ртути, поступающих в организм в избытке, заключается в инактивации белков, прежде всего ферментов, путем их необратимой денатурации в результате блокады металлом активных групп пептидной цепи, при этом происходит разрыв связей и разрушение нативной структуры белковой молекулы.

В Красноярской краевой ветеринарной лаборатории проводятся исследования пищевых продуктов животного происхождения, хлебобулочных изделий, кормов, патматериала от животных на содержание соединений ртути. Исследованию подвергается материал, присланный как из хозяйств края (в большинстве из близлежащих районов), так и из других регионов страны.

Исследования проводятся согласно ГОСТ 26927-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути», методом беспламенной атомной адсорбции на приборах «Юлия - 2к» и УКР-1МЦ. Пределы допустимой минимальной концентрации составляют на данных приборах 0,0005 мг/кг.

Проведены исследования 174 образцов, по 14 различным категориям продуктов за период с 1996 по 2001 г. Данные представлены в табл. 1.