

НЕФТЕГАЗОВЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

**Захарова П.В., студентка 2 курса факультета ветеринарной
медицины и биотехнологии, zakharova_polina_02_02@mail.ru**

**Научный руководитель – Пульчеровская Л.П., кандидат
биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

Ключевые слова: нефтегазовые микроорганизмы, нефтяные углеводороды, *Candidatus Methanoliparia*, микробы-археи

В этой статье затрагивается вопрос о сравнительно недавно найденных микроорганизмах, способных самостоятельно расщеплять нефтяные углеводороды. Описываются этапы изучения данных бактерий в лабораториях и находятся возможные пути применения их на практике

Некоторые микробы-археи умеют самостоятельно перерабатывать нефтяные углеводороды в метан.

Наверно, нет такой органики, которую микробы не могли съесть, хотя иногда им приходится для этого звать кого-нибудь на помощь. Например, есть бактерии, расщепляющие нефтяные углеводороды-алканы — большие молекулы с длинной цепочкой из углеродных атомов, к которым присоединены атомы водорода [3]. Но в месторождениях нефти, где живут такие бактерии, нет кислорода. Поэтому, когда они расщепляют углеводороды, они останавливаются на промежуточном соединении — уксусной кислоте; попутно ещё образуется водород H_2 . Если бы вокруг был кислород, уксусную кислоту можно было бы переработать дальше, разрушить её химические связи и высвободившуюся энергию запасти в виде АТФ — высокоэнергетической молекулы, которую используют едва ли не все живые клетки на земле.

Но кислорода в подземной нефти нет, а накапливающаяся уксусная кислота может сильно испортить жизнь. и тут нефтепоедающим бактериям приходят на помощь археи — тоже

микробы, но из другого домена жизни. Одни археи поглощают уксусную кислоту и превращают её в углекислый газ и метан, другие подхватывают этот углекислый газ и водород, образовавшийся при бактериальном расщеплении нефтяных углеводородов, и превращают их в метан и воду. Любая живая клетка получает энергию в ходе окислительно-восстановительных реакций [2,4], и некоторые группы архей научились выполнять эти реакции с водородом, углекислым газом и некоторыми органическими веществами, вроде уксусной кислоты. Поскольку в качестве побочного продукта получается метан, такие археи называли метаногенами.

Таким образом, нефть поедают трое микробов-сотрапезников: бактерии, перерабатывающие длинноцепочечные углеводороды в уксусную кислоту и водород, и две разновидности архей, которые освоили особые окислительно-восстановительные реакции. Если бы какая-нибудь архея научилась иметь дело с большими органическими молекулами, она могла бы всё это делать сама. Но до сих пор считалось, что археи-метаногены способны работать только с ограниченным набором маленьких органических молекул.

Однако со временем стали появляться данные, указывавшие на то, что на свете есть археи-метаногены, способные самолично расщеплять нефтяные углеводороды и, вероятно, длинные жирные кислоты [1]. Несколько лет назад их обнаружили на дне Мексиканского залива. Их называли *Candidatus Methanoliparia* — нужно уточнить, что это название не какого-то одного вида, а группы архей, объединённых одинаковыми биохимическими свойствами [5,6]. Поскольку они требуют особых условий, изучать их в лаборатории очень непросто. Тем не менее, сотрудники одного из институтов Министерства сельского хозяйства и природопользования Китая, Китайской нефтяной и химической корпорации SINOPEC и Института микробиологии моря Общества Макса Планка научились их выращивать. Археи, взятые из нефтяного месторождения Шэнли, жили в лаборатории при температуре от 35 °C до 65 °C без кислорода и вообще каких-либо неорганических веществ, которые могли бы участвовать в окислительно-восстановительных реакциях. в результате, как говорится в статье в Nature, все длинные углеводороды-алканы из нефтяной питательной смеси исчезли, а взамен появилось много метана.

В микробном сообществе нефтяного месторождения были не только археи, но и нефтеперерабатывающие бактерии, и возникает вопрос, может быть, эти бактерии приняли самое активное участие в превращении нефти в метан. Однако исследователи несколько раз пересеживали микробов в новую питательную среду, и в конце концов уровень бактерий снизился менее чем до 0,1% от всех микроорганизмов, а вот нефтеперерабатывающих архей-«индивидуалистов» *Candidatus Methanoliparia* стабильно оставалось около 40%, и расщепление углеводов продолжалось со стабильной интенсивностью.

Клетки *Candidatus Methanoliparia* не связывают себя с клетками других микробов, и их гены не кодируют никаких ферментов и вообще белков, которые нужны, чтобы объединять биохимические реакции и транспорт электронов с микробами коллегами — что лишний раз доказывает, что *Candidatus Methanoliparia* способны всю «нефтегазовую» биохимию выполнять сами. При этом с одной стороны, они уместили в себе те биохимические реакции, которые нефтеперерабатывающие бактерии и дружественные им археи выполняют порознь [7]. с другой стороны, расщепление длинных алканов начинается у *Candidatus Methanoliparia* с помощью фермента, который до сих пор видели у других архей — они перерабатывают короткие алканы и не производят метан. То есть метаногенные археи, имеющие дело с длинными углеводородами, научились использовать биохимические инструменты, свойственные неметаногенным археям, питающимся короткими углеводородами [8,9]. Причём инструмент для коротких алканов *Candidatus Methanoliparia* используют только для переработки длинных — если им в питательную среду дать небольшие углеводороды, *Candidatus Methanoliparia* их не тронут. Всё это лишний раз иллюстрирует, насколько изобретательными и пластичными в смысле метаболизма могут быть археи с бактериями.

Нельзя сказать, что в биохимии *Candidatus Methanoliparia* всё ясно, но, по крайней мере, их стало возможным выращивать в лаборатории, а значит, изучать их теперь будет проще [10]. Может быть, их смогут приспособить для ликвидации экологических загрязнений, вроде нефтяных разливов, а может быть, они найдут

применение в нефтеперерабатывающей промышленности, если только их использование окажется экономически оправданным.

Библиографический список:

1. Изучение тинкториальных, культуральных и биохимических свойств полученных штаммов бактерии *Pectobacterium carotovorum* / Б.Ж. Рыскалиева, Е.А. Ляшенко, Д.А. Васильев и др. // в сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина. - 2018. - С. 116-119.

2. Бульканова, Елена Анатольевна. Выделение и изучение основных биологических свойств бактериофагов *Klebsiella*, конструирование на их основе биопрепарата: дис. ... канд. биологических наук 03.00.07, 03.00.23 /Е.А Бульканова. – Ульяновск:, 2006 – 162 с.

3. Пульчеровская Л.П. Выделение и изучение основных биологических свойств бактериофагов *Citrobacter* и их применение в диагностике: 03.02.03 – Микробиология: автореф. дисс. ... канд. биолог. наук. / Л.П. Пульчеровская.-Саратов, 2004- 20 с.

4. Sadrtidinova G.R. Sanitary assessment of environmental objects by isolation of virulent phages| Sadrtidinova G.R., Pulcherovskaya L.P., Vasiliev D.A., Zolotuhin S.N.Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. № 10 (58). С. 165-170.

5. Пульчеровская Л.П. Выбор антибиотиков при лечении циститов мелких домашних животных/ Пульчеровская Л.П. в сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы XI Международной научно-практической конференции. Ульяновск, 2021. С. 240-248.

6. Пульчеровская Л.П. Устойчивость бактерий рода *Citrobacter* К антибиотикам/ Пульчеровская Л.П., Золотухин С.Н., Пульчеровская Е.О. в сборнике: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы Международной научно-практической конференции. Редколлегия: А.В. Дозоров, В.А. Исайчев, Д.А. Васильев, С.Н. Золотухин. 2009. С. 82-87.

7. Садртдинова Г.Р. Оценка качества внешней среды методом выделения из неё фагов/ Г.Р. Садртдинова, Л.П. Пульчеровская, Д.А. Васильев, С.Н. Золотухин // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем.: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров.- 2016-. С. 221-225.

8. Efreitorova E.O. Indication of Citrobacter bacterias in the environment using bacteriophages in the phage titer increase reaction/ E.O. Efreitorova, L.P. Pulcherovskaya // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences.- 2016.- № 10 (58).- С. 190-193.

9. Пульчеровская Л.П. Изучение повреждающего действия бактериофага в отношении бактерий рода Serratia/ Пульчеровская Л.П., Садртдинова Г.Р., Сверкалова Д.Г. Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2019. № 1 (41). С. 12-16.

10. Ульчина А.А. Микрофлора тела человека /Ульчина А.А., Пульчеровская Л.П., Золотухин С.Н. в сборнике: Актуальные проблемы инфекционной патологии и биотехнологии. Материалы V-й Всероссийской (с международным участием) студенческой научной конференции. Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, кафедра МВЭиВСЭ, Главный редактор Д.А. Васильев; составители: С.Н. Золотухин, Е.Н. Ковалева. 2012. С. 64-69.

OIL AND GAS MICROORGANISMS

Zakharova P.V.

Keywords: *oil and gas microorganisms, petroleum hydrocarbons, Candidatus Methanoliparia, archaea microbes*

This article addresses the issue of relatively recently found microorganisms capable of independently splitting petroleum hydrocarbons. The stages of studying these bacteria in laboratories are described and possible ways of applying them in practice are found