

# К ВОПРОСУ ПРОИСХОЖДЕНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ БИОМАССЫ ПРОКАРИОТ

Г.Н.Гордадзе, А.Р.Пошибаева, М.В.Гируц,

А.А.Перевалова\*, Е.М.Семенова\*, В.Н.Кошелев

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва

\*ФИЦ Биотехнологии РАН, г. Москва

[gordadze@rambler.ru](mailto:gordadze@rambler.ru)

Основное внимание в осадочно-миграционной гипотезе образования углеводородов (УВ) нефти уделяется термическим и термокаталитическим процессам преобразования органического вещества (ОВ) живых организмов, обитавших на Земле в прошлые геологические эпохи. Учитывая этапы эволюции живых организмов, можно предположить, что первичным источником нефти являются прокариоты, а именно, археи и бактерии. К сожалению, гораздо меньше внимания в образовании УВ нефти уделяется роли прокариот. С учётом широкого распространения прокариот и высокой скорости их размножения, происходит накопление огромных количеств ОВ, которое может быть источником УВ. Однако этот вопрос практически не исследован.

В связи с этим, в качестве объектов исследования были выбраны следующие прокариотические организмы: археи *Thermoplasma* sp., выделенные из горячего грунта Нефтяной площадки кальдеры вулкана Узон (Камчатка, Россия); бактерии *Arthrobacter* sp. RV и *Pseudomonas aeruginosa* RM, выделенные из рек Волга и Москва, соответственно, *Geobacillus jurassicus* DS1 и *Shewanella putrefaciens* M1, выделенные из нефтяного месторождения Даган (КНР) (бактерии были любезно предоставлены д.б.н., член-корр. РАН Бонч-Осмоловской Е.А., д.б.н. Назиной Т.Н. и к.б.н. Ботвинко И.В.).

Биомассы исследуемых прокариот были выращены нами на соответствующих средах, после чего подвержены лиофильной сушке. Экстракцию растворимой части проводили в УЗ-ванне при комнатной температуре. Термолиз нерастворимой части проводили в запаянной ампуле при 330°C. Насыщенные углеводороды анализировали методами капиллярной газожидкостной хроматографии и хроматомасс-спектрометрии.

Как в растворимой части, так и в продуктах термолиза нерастворимой части биомассы архей *Thermoplasma* sp. были обнаружены н-алканы состава C<sub>10</sub>–C<sub>41</sub> и изопренаны состава C<sub>11</sub>–C<sub>20</sub>. Среди н-алканов наблюдается превалирование высокомолекулярных н-алканов с нечетным атомом углерода в молекуле состава C<sub>25</sub>–C<sub>33</sub>. Такое распределение н-алканов наблюдается в слабопреобразованных нефтях континентального генезиса. Вместе с тем, величина отношения пристан/фитан ≤ 1, что характерно для нефтей морского генезиса. Интересно отметить, что одновременно в более

низкомолекулярной части наблюдается преобладание n-алканов с четным числом атомов углерода в молекуле состава C<sub>14</sub>, C<sub>16</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>20</sub>. Как в растворимой части, так и в продуктах термоллиза нерастворимой части биомассы архей *Thermoplasma* sp. наблюдается нефтяное распределение прегнанов и стеранов состава C<sub>21</sub>-C<sub>29</sub>, а также терпанов состава C<sub>19</sub>-C<sub>35</sub>. Распределения регулярных стеранов C<sub>27</sub>:C<sub>28</sub>:C<sub>29</sub> и прегнанов напоминают таковое в слабопреобразованных морских нефтях. Значения коэффициентов зрелости K<sup>1</sup><sub>зр</sub> и K<sup>2</sup><sub>зр</sub> еще не достигли термодинамически равновесных состояний. Так, в растворимой части K<sup>1</sup><sub>зр</sub> составляет 0.43, а K<sup>2</sup><sub>зр</sub>—0.69, а в продуктах термоллиза нерастворимой части еще меньше — 0.30 и 0.59, соответственно. Величины отношения моретанC<sub>30</sub>/гопан C<sub>30</sub> в обоих случаях близки и составляют 0.2. Необходимо отметить, что нами был проведен и пиролиз Rock-Eval. По данным пиролиза максимальная температура Tmax составляет 412°C (что соответствует низкой степени зрелости ОВ), ИН=454 (морское ОВ).

В растворимой части биомассы бактерий *Pseudomonas aeruginosa* RM и *Arthrobacter* sp. RV идентифицированы только n-алканы. В то время как, в продуктах термоллиза нерастворимой части биомассы данных бактерий наряду с n-алканами образуются и нефтяные УВ-биомаркеры — изопренаны, стераны и терпаны. Причем величина отношения пристан/фитан варьирует в пределах 0.83–1.0 и отношение стеранов C<sub>27</sub>:C<sub>28</sub>:C<sub>29</sub> составляет 43:31:26 напоминает нефти морского генезиса.

В растворимой части биомассы бактерий *Geobacillus jurassicus* были идентифицированы n-алканы состава C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> и изопренаны состава C<sub>11</sub>-C<sub>20</sub>, так же как и в нефти, из которой они были выделены. Величина генетического показателя пристан/фитан меньше единицы, что характерно для ОВ, которое образовывалось в морских восстановительных условиях. Вместе с тем, в отличие от нефти, наблюдается значительное отличие по распределению n-алканов. В растворимой части n-алканы с четным числом атомов углерода в молекуле значительно преобладают над нечетными. В продуктах термоллиза нерастворимой части исследуемых бактерий помимо алифатических УВ-биомаркеров. Вместе с тем, распределение циклических УВ-биомаркеров практически полностью совпадает с нефтью.

Интересно отметить, что как в растворимой части, так и в продуктах термоллиза нерастворимой части всех представленных прокариот обнаружены значительные количества сквалена (2,6,10,15,19,23-гексаметилтетракоза-2,6,10,14,18,22-гексаен), гидрированный аналог которого (2,6,10,15,19,23-гексаметилтетракозан - сквалан) находится в нефтях морского генезиса. Помимо этого во всех случаях в продуктах термоллиза образуются протоадамантаны и протодиамантаны, которые при термакаталитических превращениях преобразуются в УВ ряда адаммантана и диаммантана.