

Мини-обзор протеома археи *Vulcanisaeta moutnovskia*

Шагиев Айдар

ФББ МГУ 2015

РЕЗЮМЕ

В данной работе я получил статистические данные о длинах белков археи и положении генов на цепях ДНК, используя Excel для анализа файлов библиотеки NCBI.

ВВЕДЕНИЕ

— домен живых организмов, наряду с бактериями и эукариотами. Археи представляют собой одноклеточные микроорганизмы, не имеющие ядра, а также каких-либо мембранных органелл.

Ранее археи объединяли с бактериями в общую группу, называемую прокариоты, и они назывались археобактерии, однако сейчас такая классификация считается устаревшей: установлено, что археи имеют свою независимую эволюционную историю и характеризуются многими биохимическими особенностями, отличающими их от других форм жизни.

В настоящее время археи подразделяют на 5 типов. Классифицировать археи по-прежнему сложно, так как подавляющее большинство из них никогда не выращивались в лабораторных условиях и были идентифицированы только по анализу нуклеиновых кислот из проб, полученных из мест их обитания.

Археи и бактерии очень похожи по размеру и форме клеток, хотя некоторые археи имеют довольно необычную форму, например, клетки *Haloquadratum walsbyi* плоские и квадратные. Несмотря на внешнее сходство с бактериями, некоторые гены и метаболические пути архей сближают их с эукариотами (в частности ферменты, катализирующие процессы транскрипции и трансляции). Другие аспекты биохимии архей являются уникальными, к примеру, присутствие в клеточных мембранах липидов, содержащих простую эфирную связь.

Большая часть архей — хемоавтотрофы. Они используют значительно больше источников энергии, чем эукариоты: начиная от обычных органических соединений, таких как сахара, и заканчивая аммиаком, ионами металлов и даже водородом. Солеустойчивые археи используют в качестве источника энергии солнечный свет, другие виды архей фиксируют углерод, однако, в отличие от растений и цианобактерий, ни один вид архей не делает и то, и другое одновременно.

Размножение у архей бесполое: бинарное деление, фрагментация и почкование. В отличие от бактерий и эукариот, ни один известный вид архей не формирует спор.

Изначально археи считали экстремофилами, живущими в суровых условиях, таких как горячие источники и солёные

озёра, однако потом они были обнаружены в самых различных местах, включая почву, океаны, болота и толстую кишку человека. Архей особенно много в океанах, и, возможно, планктонные археи являются самой многочисленной группой ныне живущих организмов.

В наше время археи признаны важной составляющей жизни на Земле и играют роль в круговоротах углерода и азота. Ни один из известных представителей архей не является паразитом или патогенным организмом, однако часто они бывают мутуалистами и комменсалами. Некоторые представители являются метаногенами и обитают в пищеварительном тракте человека и жвачных, где очень многочисленны и помогают осуществлять пищеварение. Метаногены используются в производстве биогаза и очистке канализационных сточных вод, а ферменты экстремофильных микроорганизмов, сохраняющие активность при высоких температурах и в контакте с органическими растворителями, находят своё применение в биотехнологии [1].

Vulcanisaeta moutnovskia — это анаэробная гетеротрофная гипертермофильная архея, живущая при температуре 85-90 °C и pH 4.0-4.5. Обычно обитает в серных озерах и геотермальных источниках. В отличие от схожих архей *Thermocodium* или *Calditerrivita*, *Vulcanisaeta* растёт в отсутствие витаминной смеси или раствора экстракта клеток архей в окружающей среде. Также, в отличие от схожих архей, которые распространены по всему миру, *Vulcanisaeta* была найдена только в Японии [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При анализе протеома археи использовалась программа Excel 2016 для обработки данных файлов библиотеки NCBI (*Vulcanisaeta moutnovskia*) [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проделанной работы были получены статистические данные о длинах белков археи и расположении генов на цепях ДНК. Также было проведено небольшое исследование про плазмиды в роде *Vulcanisaeta*.

1. Длины белков

Из гистограммы длин белков (Рисунок 1) мы видим, что число белков с длиной 101-200 аминокислот больше числа белков с длиной 1-100 аминокислот в почти два с половиной раза. Далее идет плавный спад по мере увеличения длины белков. Также можно заметить из таблицы (Таблица 1), что примерно две трети белков имеют длину 100-400

аминокислот, а белки с длиной 1-500 аминокислот составляют почти 90 % от всех белков археи.

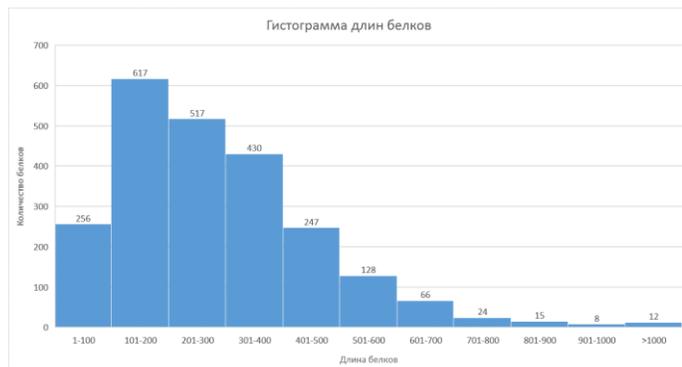


Рисунок 1. Гистограмма длин белков археи *Vulkanisaeta moutnovskia*.

Таблица 1. Гистограмма длин белков археи *Vulkanisaeta moutnovskia*.

Длина (аминокислоты)	Количество белков	Процент от всех белков
1-100	256	11 %
101-200	617	26,6 %
201-300	517	22,3 %
301-400	430	18,5 %
401-500	247	10,6 %
501-600	128	5,5 %
601-700	66	2,8 %
701-800	24	1 %
801-900	15	0,6 %
901-1000	8	0,3 %
>1000	12	0,5 %
Всего	2320	100 %

2. Расположение генов на цепях ДНК

Согласно таблице (Таблица 2), количество генов на прямой и обратной цепях примерно равно, что говорит в пользу гипотезы о том, что гены распределены между двумя цепями ДНК случайно с вероятностью 0.5. Также мы видим, что гены не часто пересекаются, но склонны "объединяться" в квазиопероны, чье число растет по мере уменьшения порога на расстояние.

В ходе исследования также было выявлено, что длина некоторых генов не кратна трем, причем все эти гены кодируют РНК, которым кратность длины трем не важна (они не кодируются триплетами, как белки).

Также дальнейший анализ генов, кодирующих РНК, выявил наличие в некоторых из них интронов — некодирующих участков ДНК. После транскрипции последовательности нуклеотидов, соответствующие интронам, вырезаются из

незрелой мРНК (пре-мРНК) в процессе сплайсинга. Интроны характерны для генов эукариот, однако также найдены в генах, кодирующих рибосомальные РНК (рРНК), транспортные РНК (тРНК) и некоторые белки прокариот; эти интроны вырезаются на уровне РНК за счёт автосплайсинга [4].

Таблица 2. Статистические данные о расположении генов на цепях ДНК археи *Vulkanisaeta moutnovskia*.

Цепь	+	-	Total	
Количество белков	1164	1156	2320	
Количество РНК	36	32	68	
Количество генов	1200	1188	2388	
Количество квазиоперонов	<i>Dist = 50bp</i>	827	795	1622
	<i>Dist = 100bp</i>	635	640	1275
	<i>Dist = 200bp</i>	530	548	1078
Количество пересечений	83	114	197	
Количество генов с длиной, не делящейся на три	22	19	41	

3. Плазмиды

В качестве исследования я проанализировал файл из библиотеки NCBI со списком плазмид [5] и обнаружил, что архей рода *Vulkanisaeta* в нем нет. Дальнейший анализ выявил, что большинство организмов в списке являются бактериями, хотя несколько представителей эукариот и архей в нем все же присутствуют. Отсюда можем сделать вывод — плазмиды характерны в основном бактериям.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ФАЙЛЫ

[Файл Excel с данными про архею](#)

[Файл Excel с данными про плазмиды](#)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] — Археи, *Wikipedia*.
- [2] — *Vulkanisaeta*, *Wikipedia*.
- [3] — *Vulkanisaeta moutnovskia*, Genome, *NCBI*.
- [4] — Интрон, *Wikipedia*.
- [5] — Файл с плазмидами, *NCBI*.