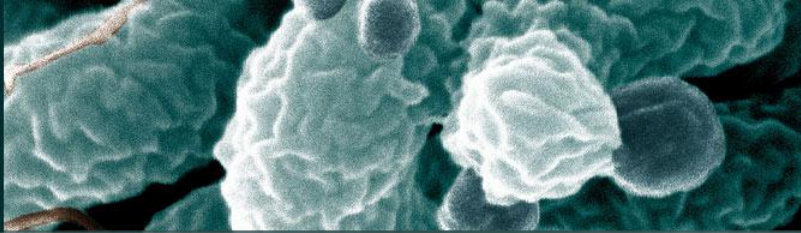


A scanning electron micrograph (SEM) showing a dense cluster of archaea. The organisms are primarily rod-shaped with a highly textured, wrinkled surface. Some cells are spherical. Fine, hair-like structures (pili) are visible extending from the cells. The background is dark, making the light-colored organisms stand out.

Микробиология

bacteria

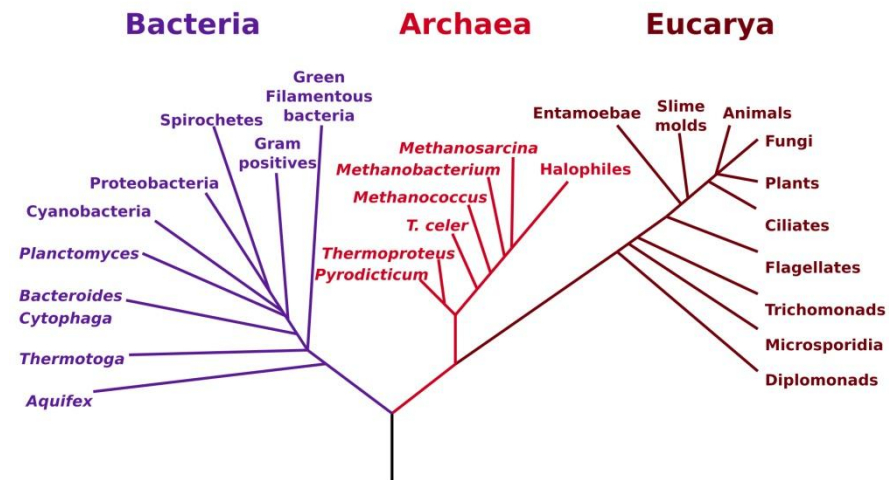
Археи



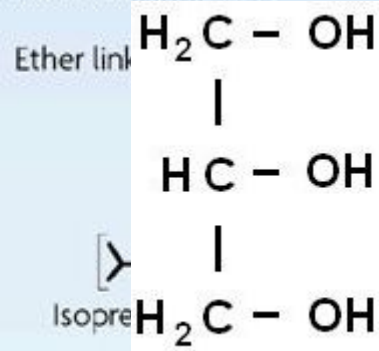
Археи – уникальная группа организмов

- Клетки 0,1 до 15 мкм диаметром
- Кокки
- Бациллы
- Необычные формы клеток:
равнобедренные треугольники
квадраты, хоккейные клюшки

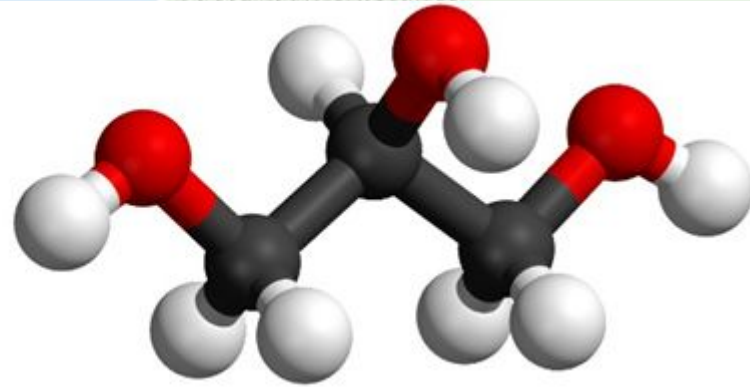
Phylogenetic Tree of Life



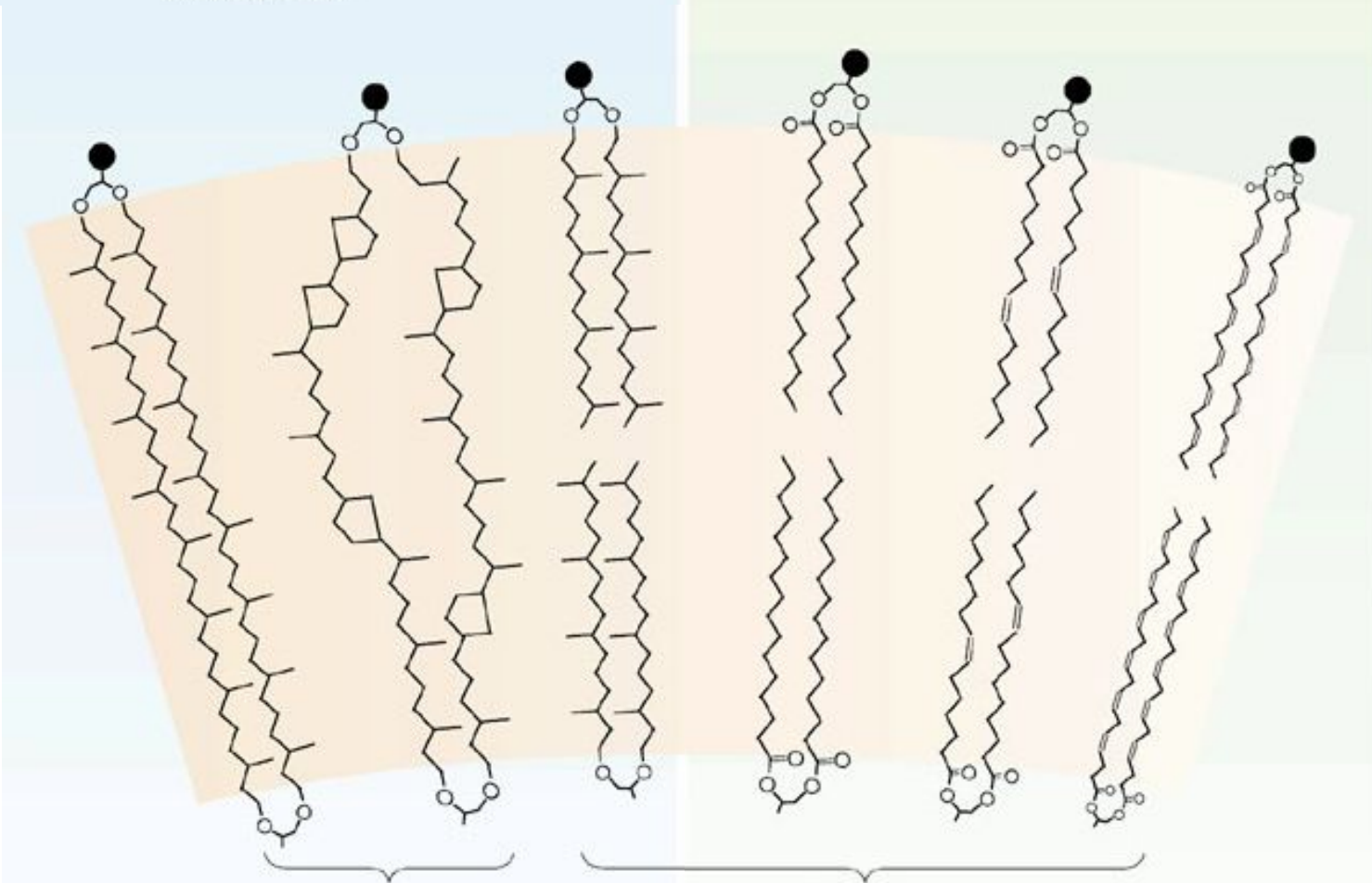
Archaeal membranes



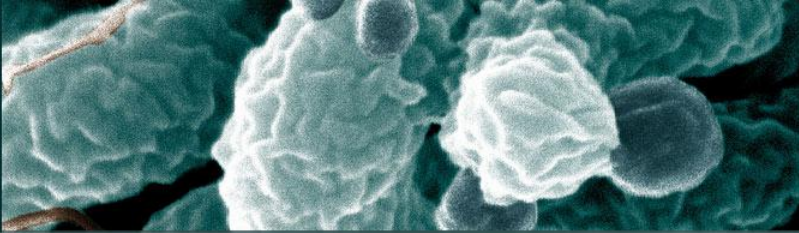
Bacterial membranes



with
ylation,
uration,
prenylation

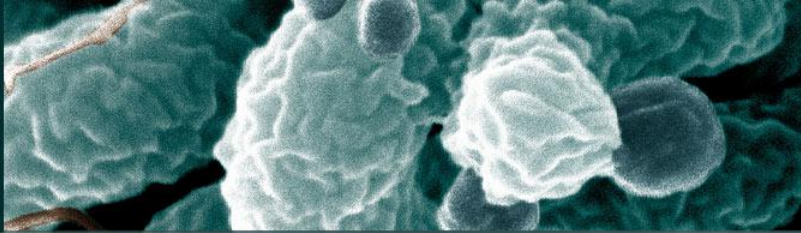


Bilayers



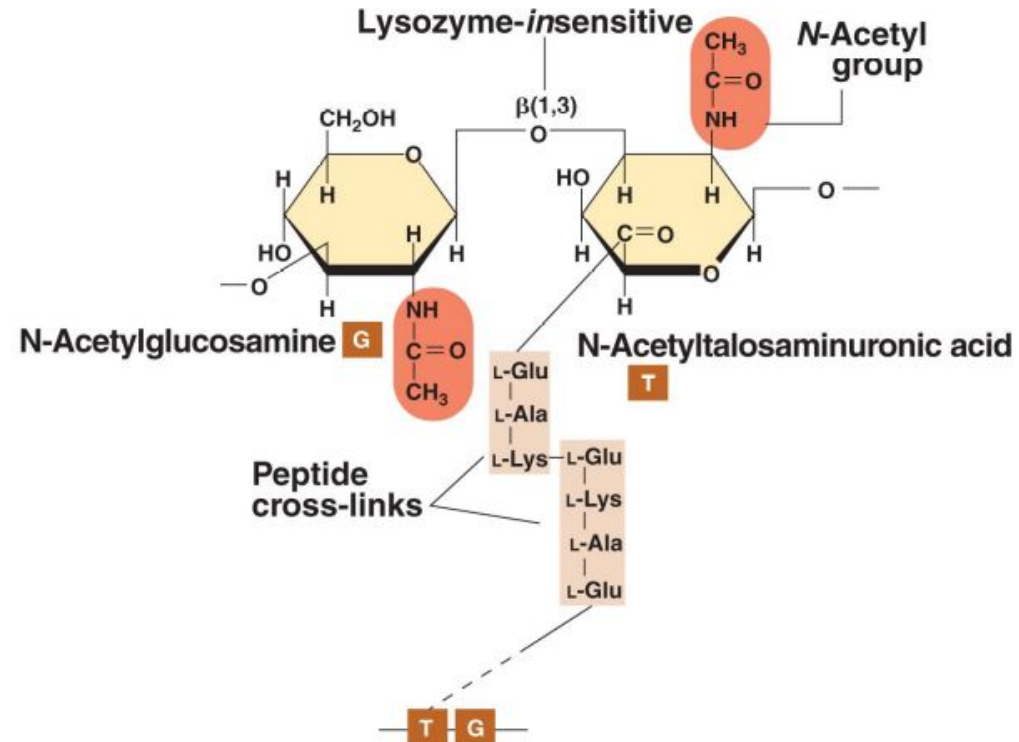
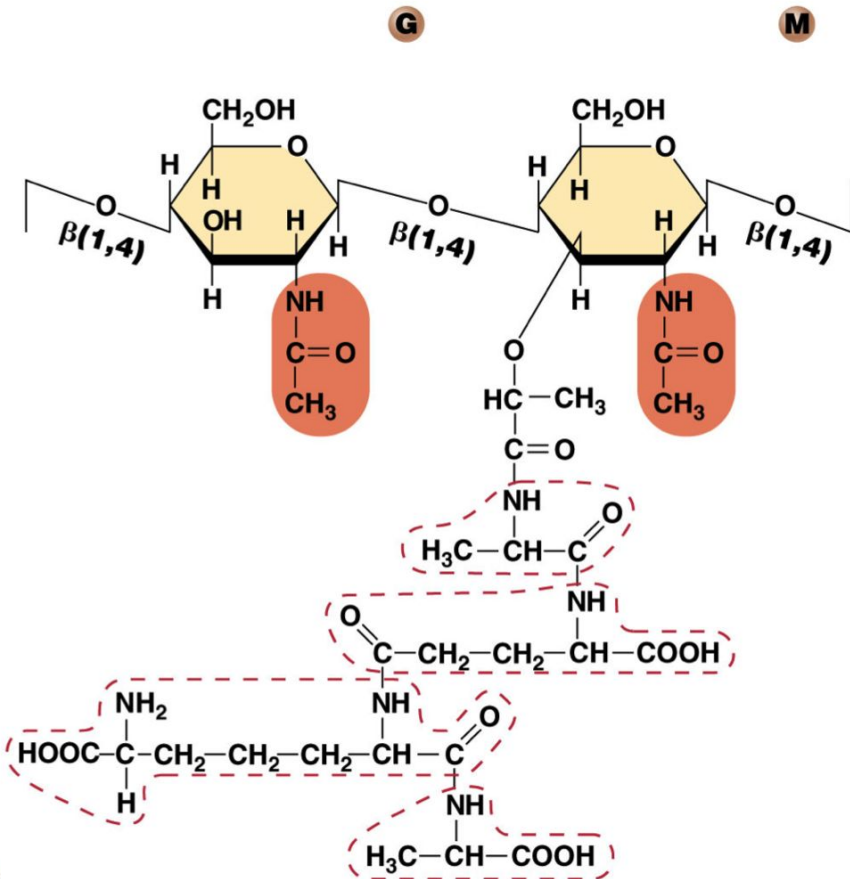
Мембраны архей

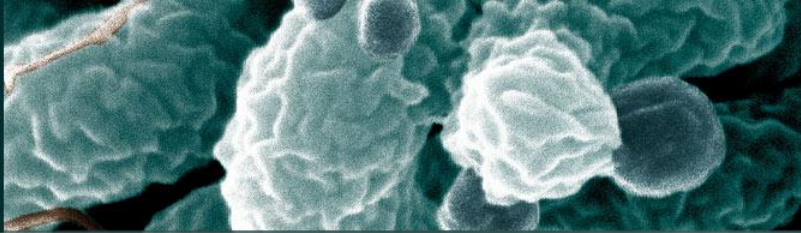
1. Разветвленные изопреноиды
2. Простая эфирная связь
3. Трехслойная структура из одного слоя молекул
4. Ассиметричный атом углерода находится в L-форме



Клеточная стенка архей

Муреин бактерий заменяется на псевдомуреин



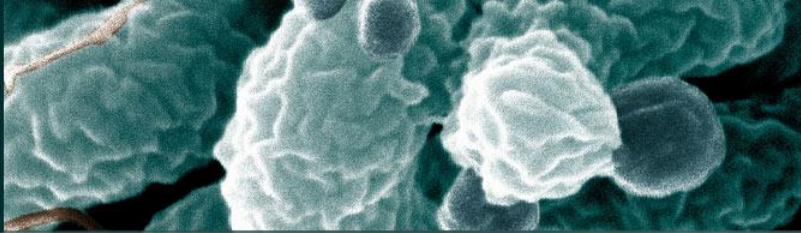


Клеточная стенка архей

S-слои

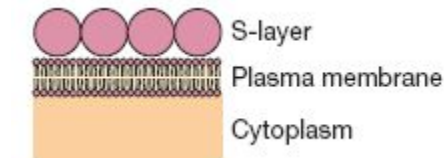
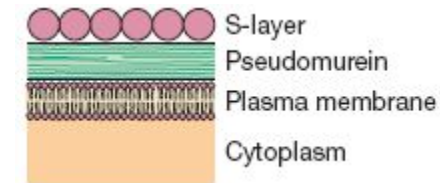
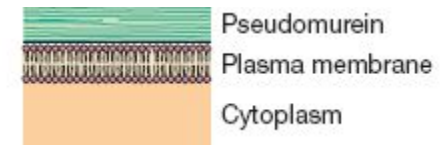
- Монослои белков и гликопротеинов, не очень отличных от таковых у бактерий
- Сложноорганизованная структура, покрывающая всю поверхность клетки
- Варьируется структура и функция S-слоев

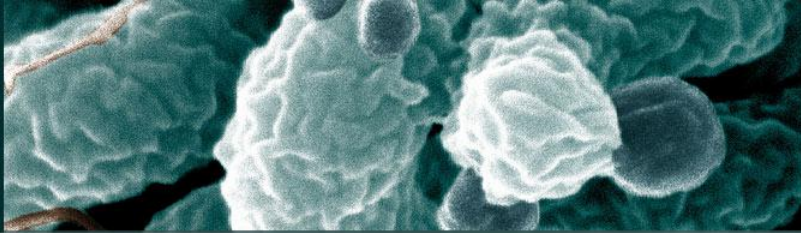
Другое



Клеточные стенки архей

1. Грам+ археи: псевдомуреин
2. Псевдомуреин + S-слои
(белковые субъединицы с гексагональной упаковкой)
3. Грам- археи: S-слой
4. Метаноспириллы с клетками, окруженными чехлами

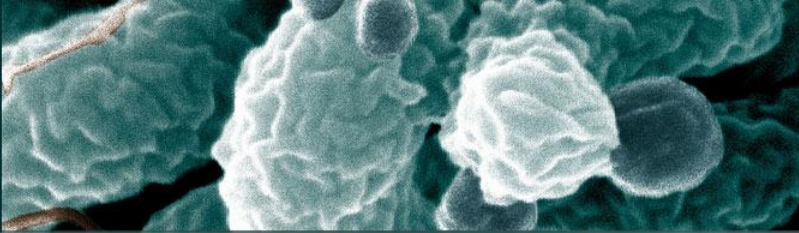




Морфология архей

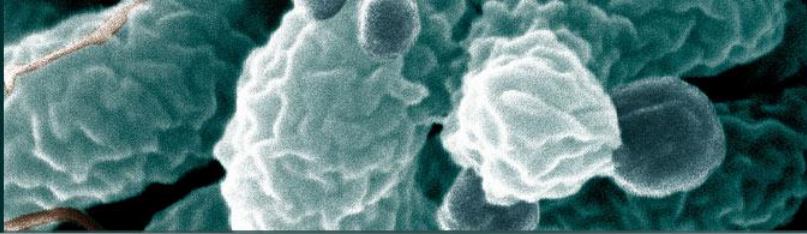
Включения:

- Запасные вещества – полифосфаты, элементарная сера, полиглюкозиды
- Газовые вакуоли (CO_2 CH_4)
- Рибосомы архей по рРНК схожи с рибосомами бактерий, а вот белков могут содержать разное количество

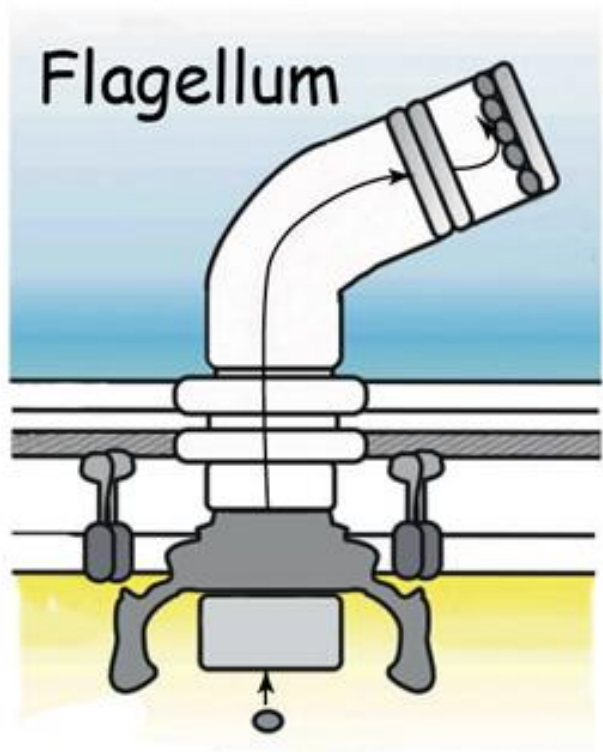


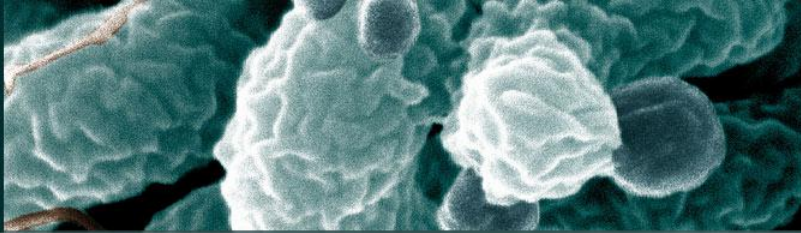
Жгутики архей

- Присутствуют практически у всех
- Совершенно иная структура
- Приспособлены к экстремальным условиям
- Диаметр жгутиков архей меньше, чем бактерий, но собраны они в «пучки» по 5-10 штук



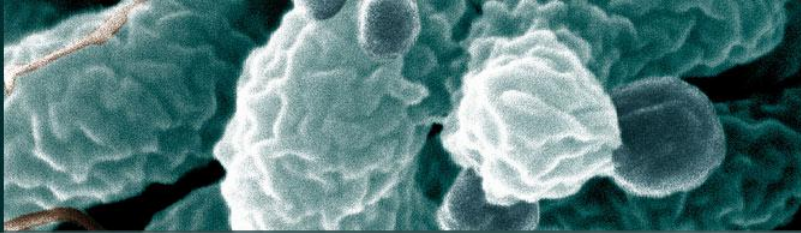
Жгутики архей





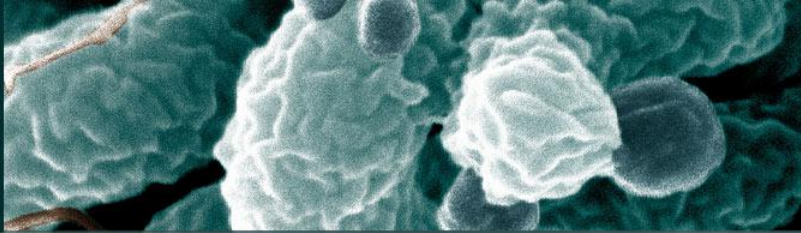
Жгутики архей

1. Схожи по строению с пиллями IV типа бактерий
2. Отсутствует гомология между структурами жгутика бактерий и архей: нет колец, крюка, несколько типов флагеллинов
3. Отсутствует гомология на генетическом уровне
4. Сборка жгутика архей происходит у основания
5. Для движения используется протонный потенциал



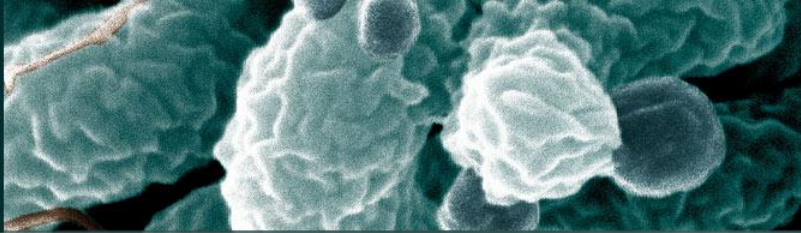
Генетика архей

- Археи чаще всего содержат одну хромосому, могут содержать плазмиды
- Упаковка хромосомы может схожа с эукариотами, с бактериями, а может быть и специфичной
- Оперонная организация генома
- Транспозоны
- Плазмиды
- Вирусы (только ДНК-содержащие)



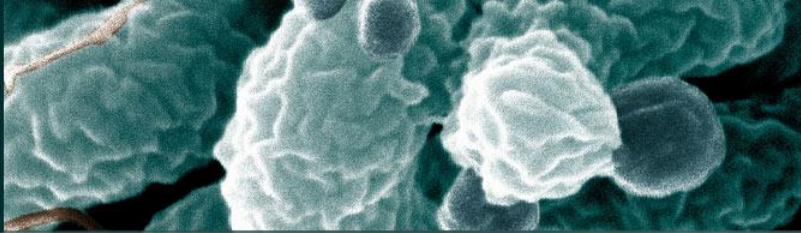
Репликация у архей

- Может быть больше одной точки *ori*
- Репликация требует у архей большое число факторов сходных с эукариот., прокариот. и собственных



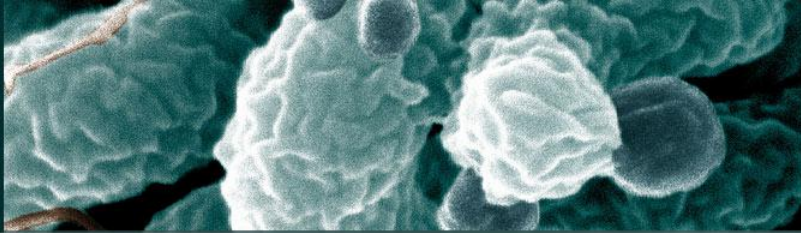
Транскрипция

- ДНК-зависимая РНК-полимераза у архей одна, но эукариотического типа
- Промоторные области также схожи с эукариотическими
- Интроны есть у рРНК и тРНК, но нет у мРНК
- Нет ни КЭПирования, ни полиаденилирования



Трансляция

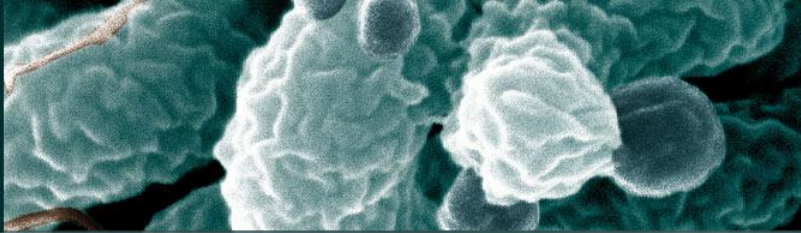
- Трансляционный аппарат архей также схож с эукариотическим
- Механизм инициации трансляции различен у разных групп архей
- 6 эукариотоподобных факторов инициации и 3 - элонгации
- Один эукариотический фактор терминации, узнающий все стоп-кодоны



Метаболизм

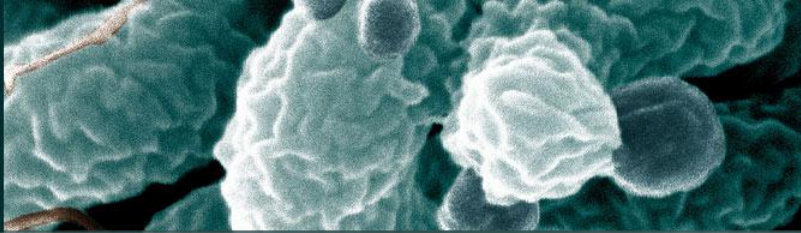
- Фототрофы – галофильные археи
- Литоавтотрофы и литогетеротрофы
- Органоавтотрофы и органогетеротрофы

- По большей части анаэробы



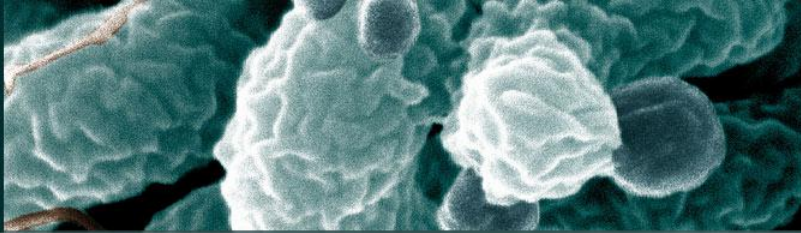
Катаболизм архей

- Используют поли- олиго- и моносахара либо полипептиды
- Катализируют их с помощью гликолиза либо КДФГ-пути*
- Превращают ПВК в ацетил-СоА при помощи пируват-Фд-оксидоредуктазы
- Имеют полный/частичный ЦТК
- АТР-образующая Ацетил-СоА-синтаза



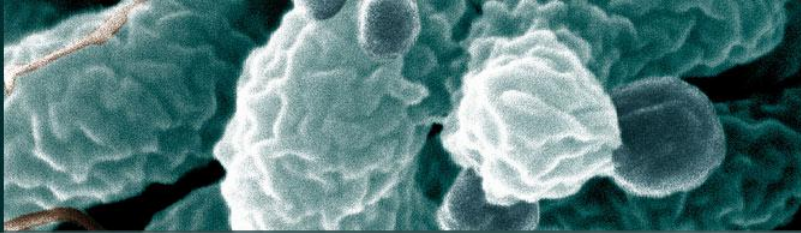
Переносчики электронов архей

- Существуют мобильные, прочно не связанные с мембраной переносчики
- Кроме кислорода могут использоваться элементарная сера, нитраты и сульфаты как конечный акцептор электронов



Анаболизм архей

- Автотрофы фиксируют CO_2 в модифицированном цикле Кальвина / цикле Арнора / восстановительный Ацетил-СоА цикл
- Некоторые группы архей могут фиксировать азот, участвовать в нитрификации



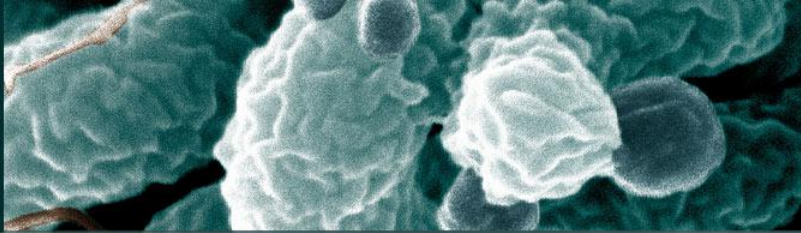
Систематика архей

Archaea:

Тип *Euryarchaeota* – метаногены, экстремальные термофилы, галоархеи

Тип *Crenarchaeota* – космополиты, мезофилы, гипертермофилы, психрофилы,

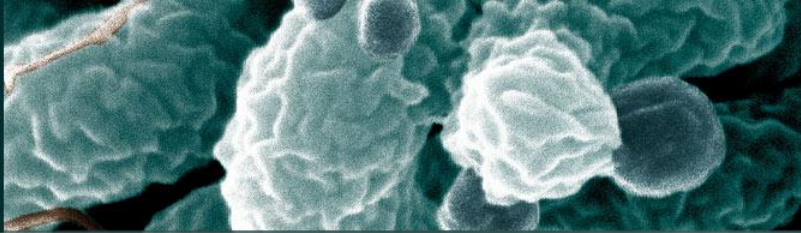
Тип *Nanoarchaeota* – еще более мелкие симбиотические археи, два вида



Euryarchaeota

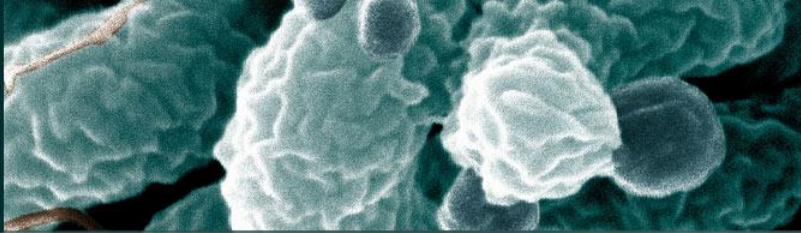
Археи-Метаногены

- Уникальная группа, восстанавливающая CO_2 до CH_4 окисляя при этом водород
- Обитают в анаэробных нишах, где нет ни нитратов, ни сульфатов, ни железа
- Могут быть симбионтами и обитать в ЖКТ термитов, выделяя огромные количества метана



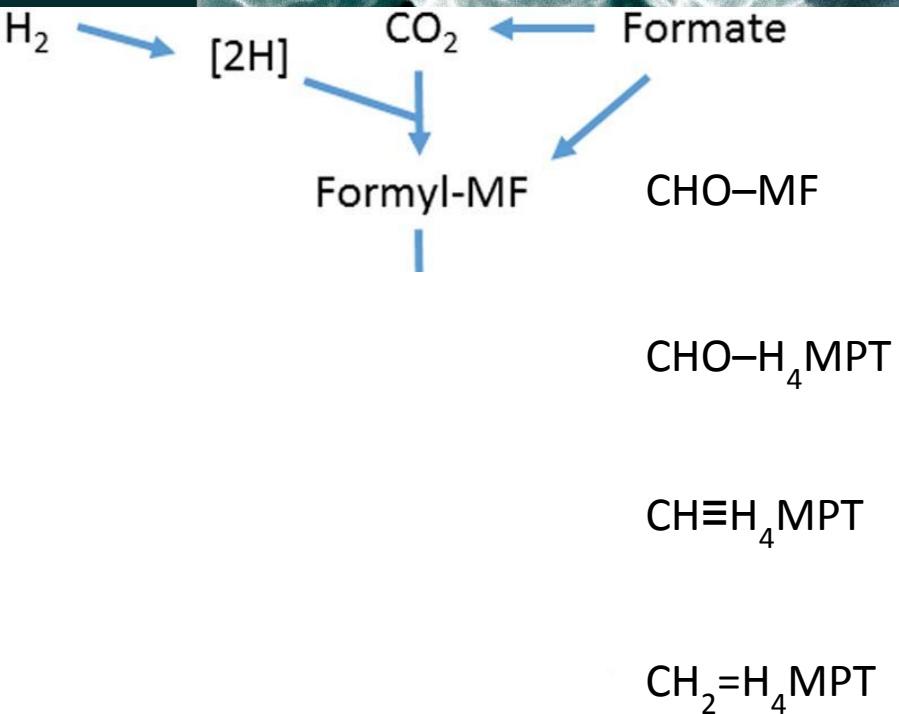
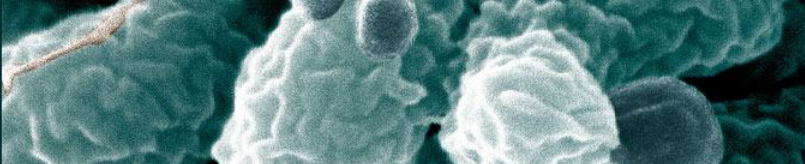
Метаногены

- Источник углерода – CO_2 , H_2 , CO , формиат, метанол, метиламины
- Автотрофы восстанавливают CO_2 до CO и ассимилируют его в реакции карбонилирования
- Источник азота – аммоний, мочеви́на, атмосферный азот
- Факторы роста: соли Ni , Co , Fe



Биохимия метаногенеза

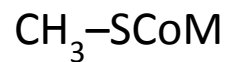
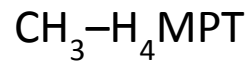
- Восстановление CO_2 до метана происходит в 7 стадий
- Уникальные коферменты
- Один микроорганизм осуществляет весь процесс
- Нет свободных промежуточных C1-соединений



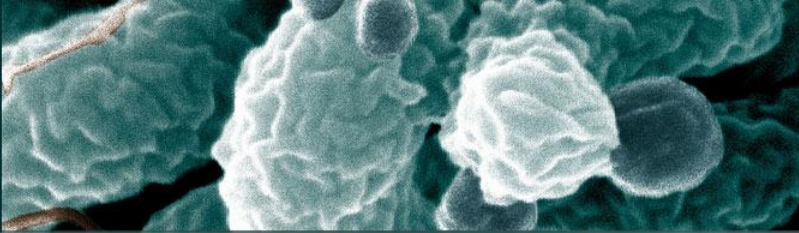
Тетрагидрометанооптерин



гетеродисульфид

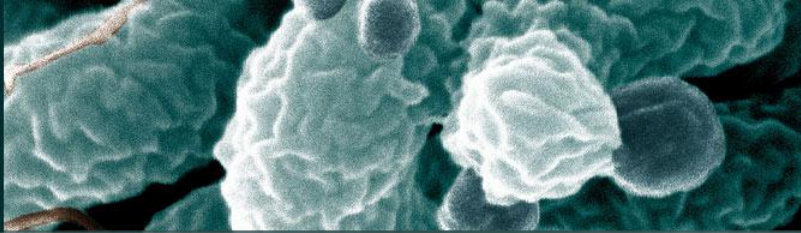


Methane



Анаболизм метаногенов

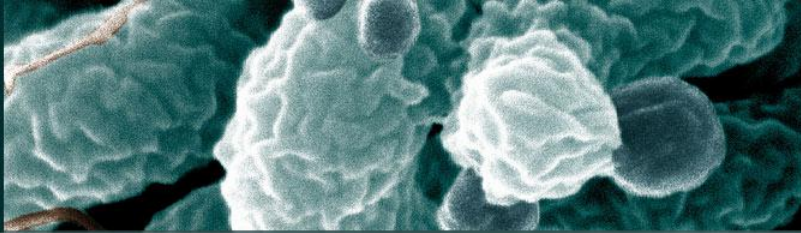
- Автотрофы фиксируют углекислый газ в модифицированном цикле Арнора
- Существуют метанокисляющие метаногены



Euryarchaeota

Экстремальные галофилы

- Порядок *Halobacteriales*
- Палочки, кокки, треугольники, квадраты, плоские клетки
- Грам+ или Грам-
- Для существования ТРЕБУЮТ минимум 1,5 моля NaCl, оптимум – 3-4 моля (8 и 22%)
- Местообитания – ?

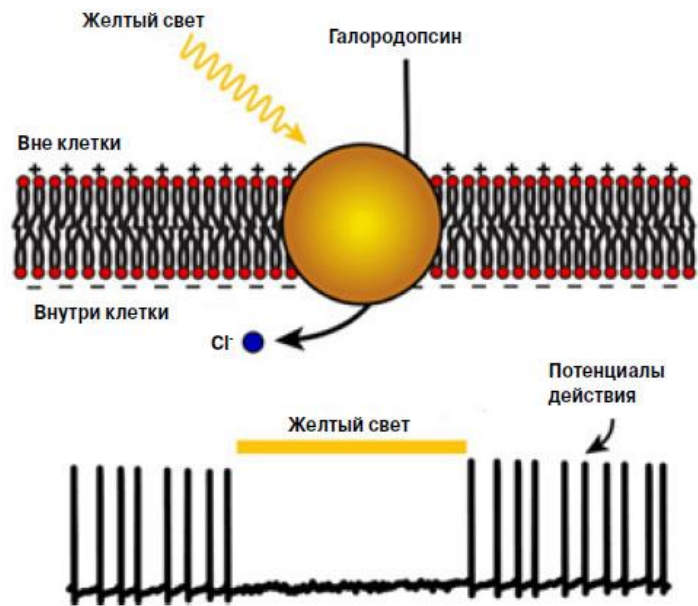
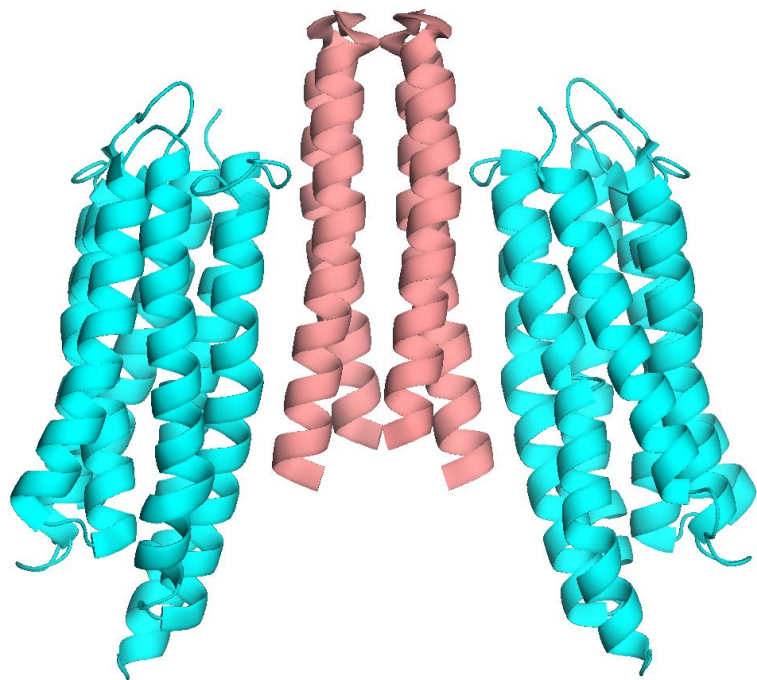


Фотосинтез галоархей

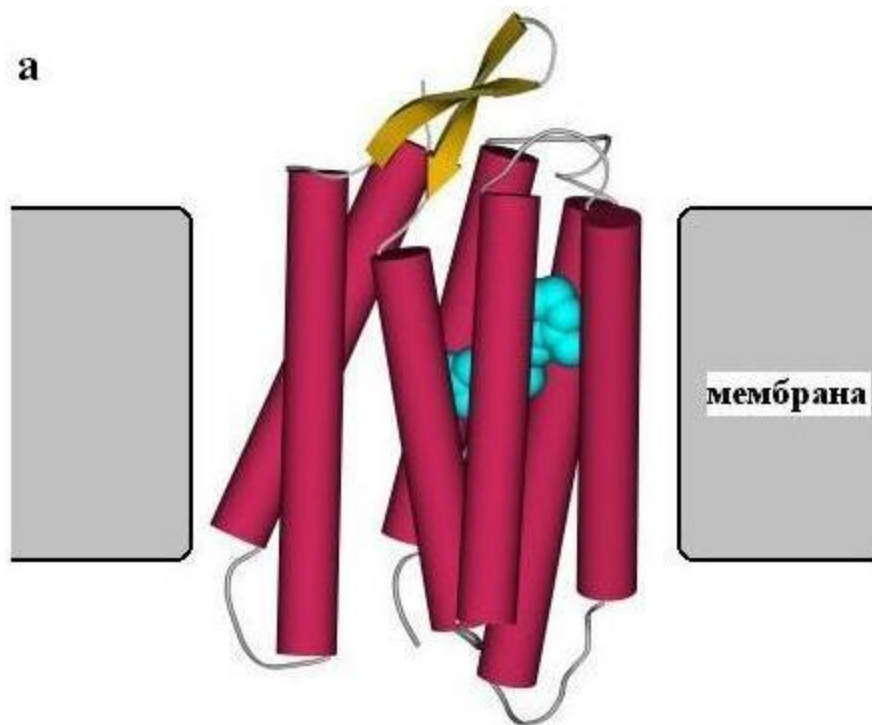
- Фотосинтез – не основной источник энергии
- Его и фотосинтезом то не все считают

Пигменты:

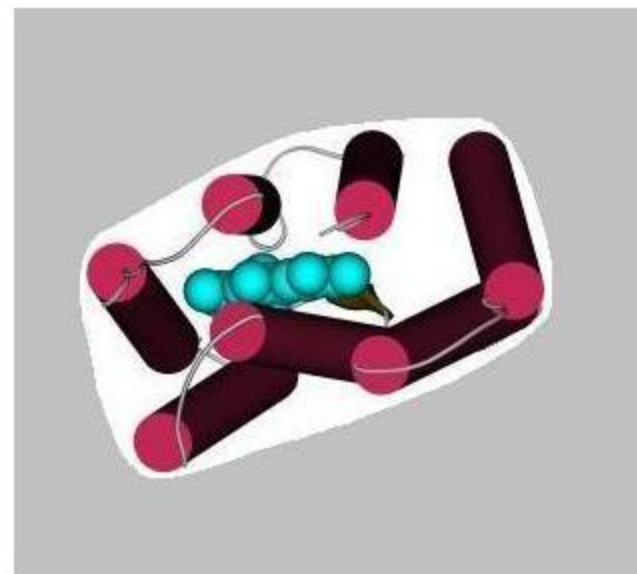
- Родопсины отвечают за фототаксис и движения жгутиков
- Бактериородопсин – основа пурпурной мембраны галоархей, светозависимый протонный насос
- Галородопсин – светозависимая хлоридная помпа

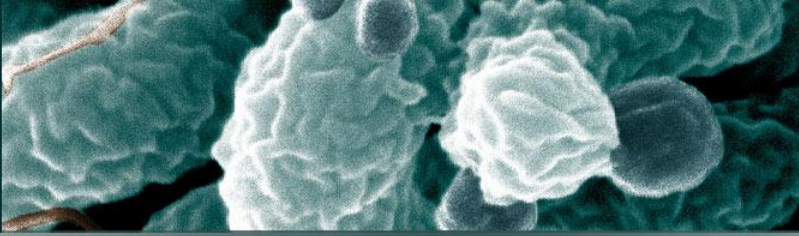


а



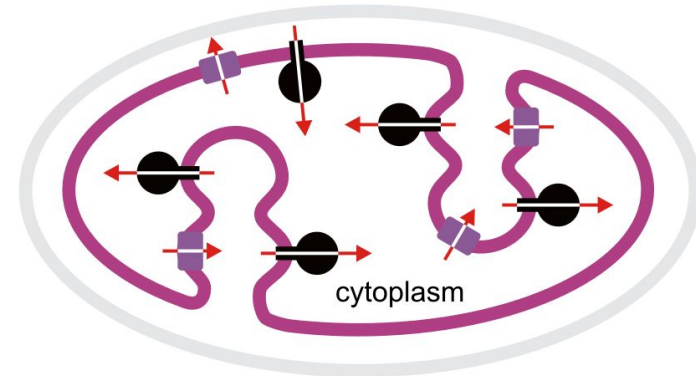
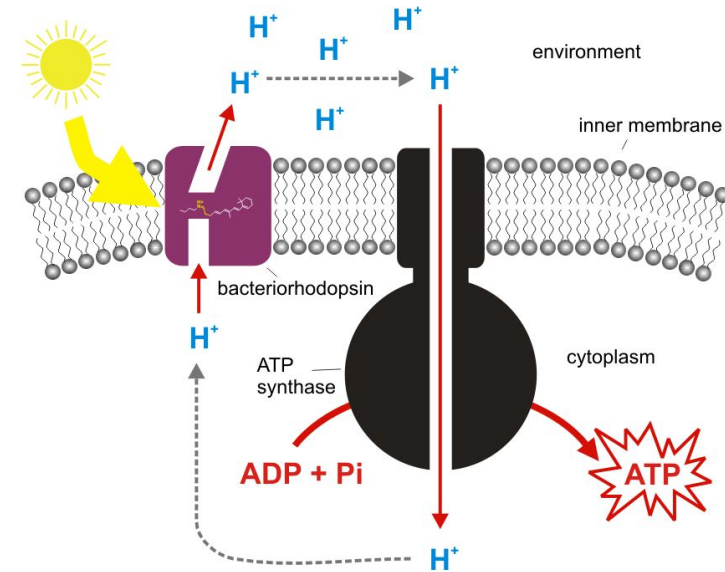
б

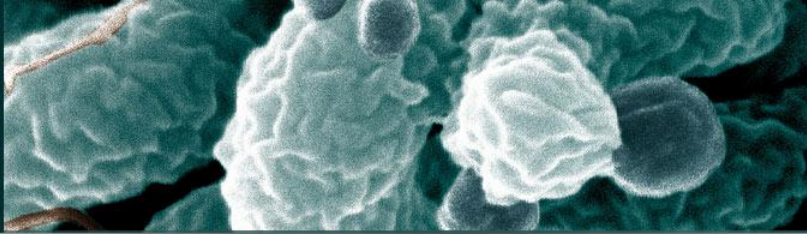


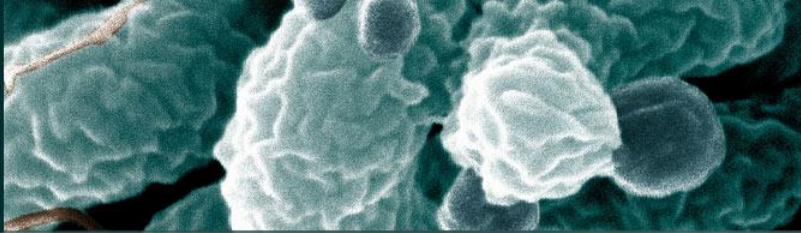


Галоархейный фотосинтез

- Нет ЭТЦ
- Нет хлорофиллов
- Бактериородопсин формирует пурпурную мембрану
- Поглощает свет с длиной волны 500-650 нм
- Совместная работа бактериородопсина и галородопсина формирует электрохимический потенциал

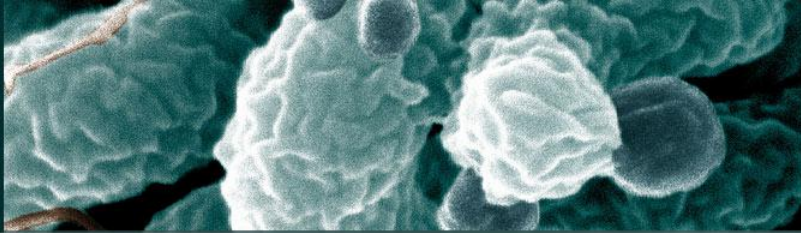






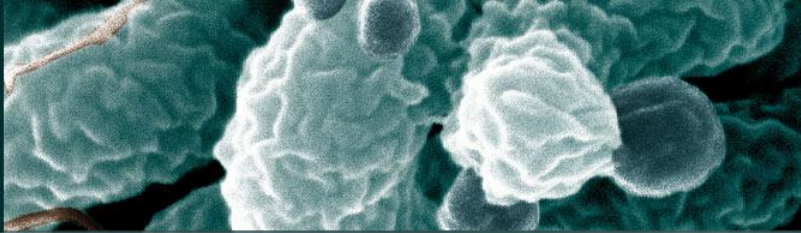
Осмотическая адаптация галоархей

- Накопление осмопротекторов
- Структурно и физиологически измененные ферменты, рибосомы и т.д. для работы при высоких концентрациях соли
- Клеточная стенка снаружи стабилизируется Na^+
- Внутренние структура стабилизируются K^+
- Выкачивание NaCl и накопление в клетке KCl



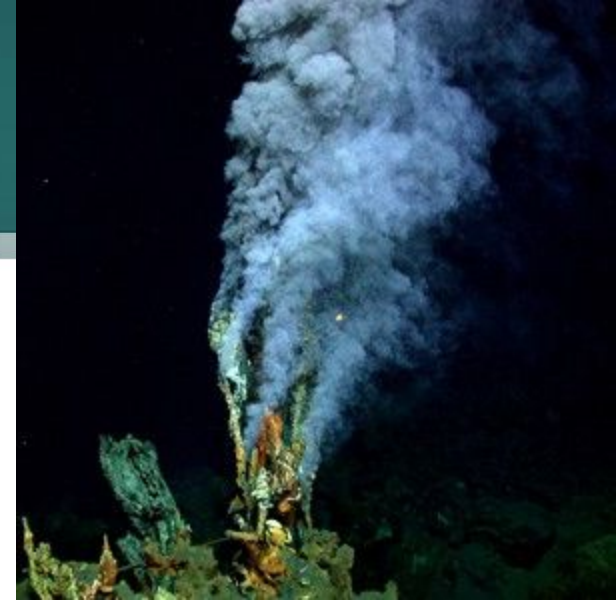
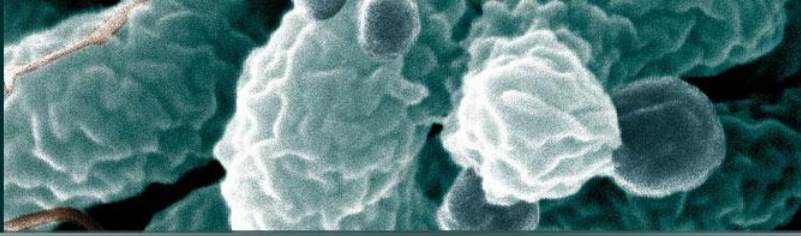
Crenarchaeota

- Один класс *Thermoprotei* и три порядка
- Кокки, палочки, диски, нити
- По большей части экстремальные термофилы – обитают при температуре от 70 до 121⁰С
- Есть и мезофилы, и психрофилы, но хуже изучены



Катаболизм

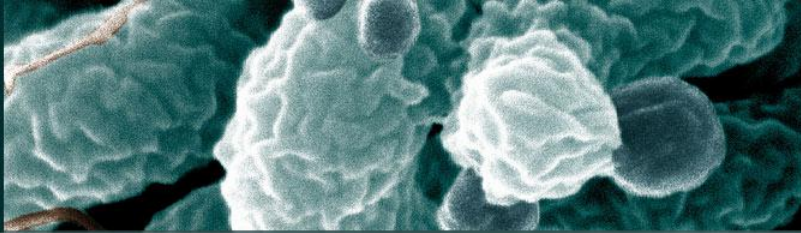
- Хемоорганотрофы с аэробным дыханием / анаэробным дыханием (**серное**) / брожения
- Хемолитотрофы с анаэробным дыханием (серное, нитратное, железное) или аэробным дыханием



Места обитания

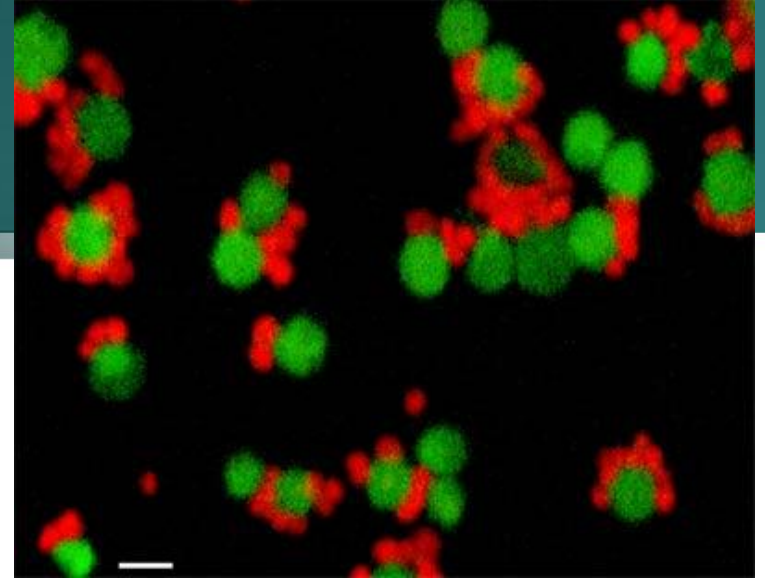
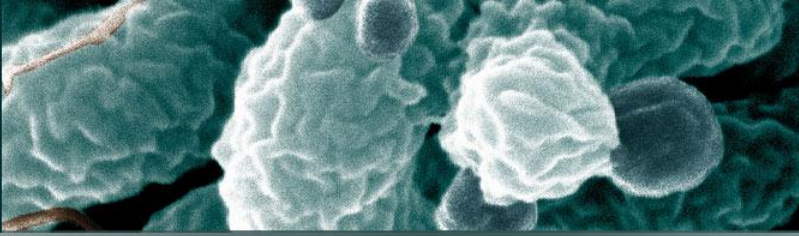
- Черные курильщики
- Геотермальные источники
- Вулканические котлы





Значение кренархеот

- Источники термостабильных ферментов в молекулярной генетике и органической химии
- Источник знаний о приспособлениях к экстремально высоким температурам нуклеиновых кислот, белков и липидов



Наноархеи

- Карликовые правильные кокки 0,35-0,5 мкм в диаметре
- Обитают на поверхности другой археи – *Ignicoccus*, термофила
- Объем клетки менее 1% объема клетки *E. coli*
- Самый маленький архейный геном
- Живет только в кокультуре с *Ignicoccus*
- Серное дыхание