

A composite image showing various types of bacteria. There are large, rod-shaped bacteria with flagella, smaller spherical bacteria, and some with long, wavy flagella. The background is dark, and the bacteria are highlighted in shades of blue, green, and yellow.

Микробиология в XXI веке

Лекция 1

Объекты исследования

Что (кого) изучает
микробиология?

О себе

Бонч-Осмоловская Елизавета Александровна

С 1 декабря 2018 года – зав. кафедрой микробиологии МГУ

До этого – работа в Институте микробиологии им. С.Н. Виноградского

Член-корреспондент РАН

Член Американской и Европейской Академий микробиологии

Президент Межрегионального (Российского) Микробиологического Общества – <http://microbiosociety.ru>

Идея лекционного курса: современная микробиология

Лекция 1-2 исследования	Объекты микробиологии – основные определения, история методы
Лекции 3-4	Что мы можем увидеть и потрогать при занятии микробиологией
Лекции 5-6	Что происходит внутри микробной клетки и на ее поверхности
Лекции -7-10	Микроорганизмы и окружающая среда, сейчас и в древности
Лекции 11-12	Взаимодействие микроорганизмов друг с другом и с макроорганизмами. Микроорганизмы и человек

Лекция 1

Объекты исследования

Что (кого) изучает микробиология?

Микроскопические объекты

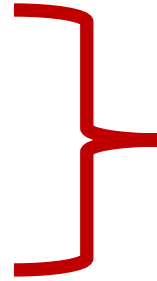
Объекты микробиологии – живые организмы, не видимые
невооруженным глазом **МИКРОБЫ**

- Бактерии и археи
 - Микроскопические грибы
 - Микроскопические водоросли
 - Вирусы
-
- микология
- альгология
- ВИРУСОЛОГИЯ

Микроскопические объекты

Объекты микробиологии – живые организмы, не видимые невооруженным глазом

- Бактерии и археи
- Микроскопические грибы
- Микроскопические водоросли
- Вирусы



Способны к автономному существованию
(хотя есть исключения)



Не способны к автономному существованию

Микроскопические объекты

Объекты микробиологии – живые организмы, не видимые невооруженным глазом

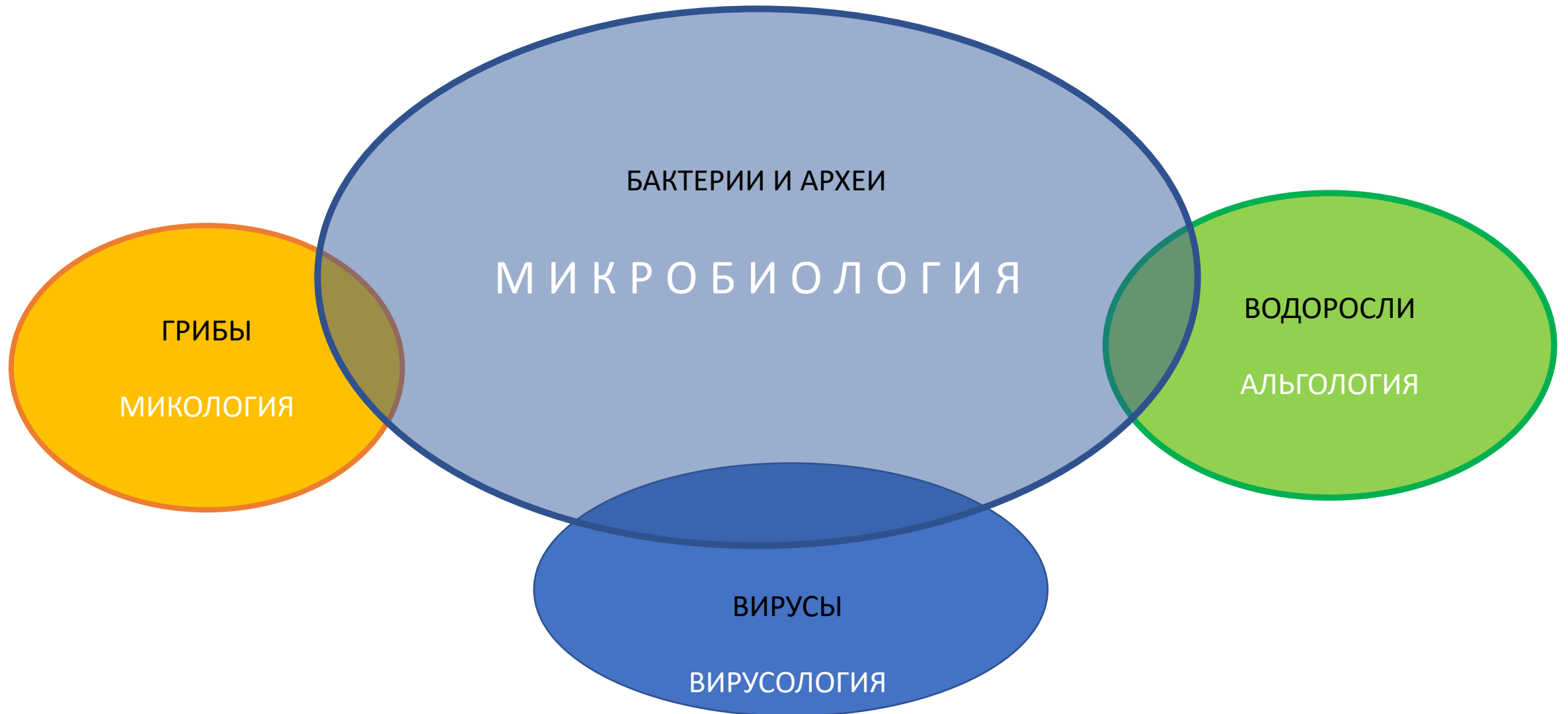
- Бактерии и археи
 - Микроскопические грибы
 - Микроскопические водоросли
-
- Клетки не имеют ядра - ПРОКАРИОТЫ
- Клетки имеют ядро - ЭУКАРИОТЫ

Микроскопические объекты

- Мы можем увидеть их крупные скопления, но не индивидуальные организмы



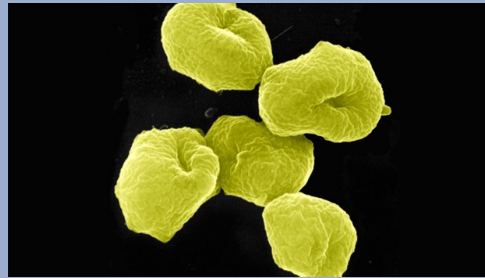
Микробиология и сопряженные науки



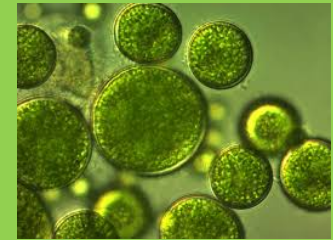
Микробиология и сопряженные науки



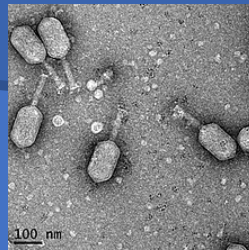
МИКОЛОГИЯ



МИКРОБИОЛОГИЯ



АЛЬГОЛОГИЯ



ВИРУСОЛОГИЯ

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ

Эукариоты

Аэробы

Одноклеточные или многоклеточные

Органогетеротрофы, питающиеся готовым органическим веществом

Разнообразные способы размножения

Патогены, причем
некоторые очень опасны

Важная экологическая роль
(разрушение органического
вещества отмерших организмов)

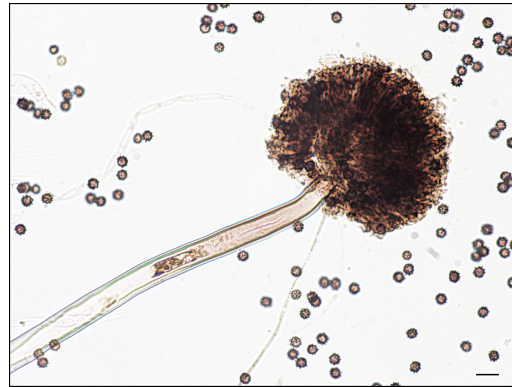
Использование в
практической
деятельности человека и
в биотехнологии
(производство хлеба, пива, вина,
молочнокислых продуктов;
производство ферментов и
антибиотиков)

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ГРИБЫ

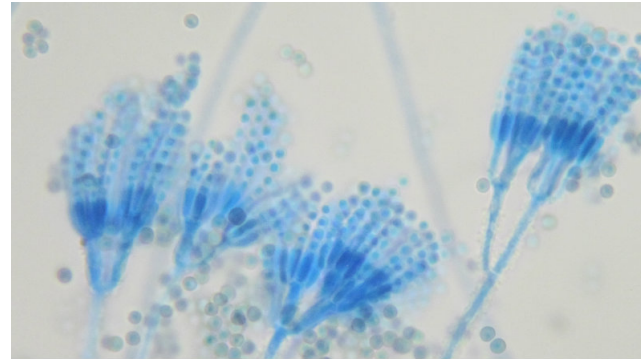
Плесневые грибы



Mucor sp.

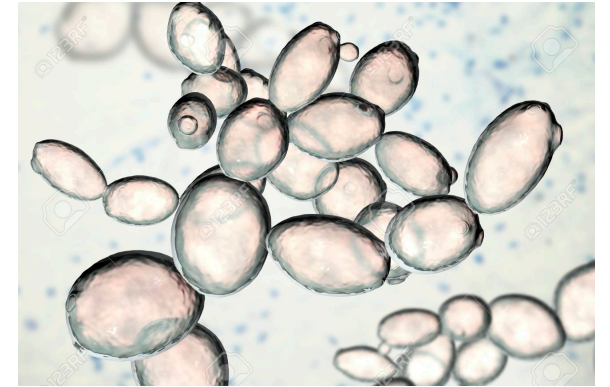


Aspergillus sp.



Penicillium sp.

Дрожжи



Saccharomyces sp.

Колонии грибов



МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ВОДОРΟΣЛИ

Эукариоты

Аэробы

Одноклеточные или многоклеточные

Фототрофы, первичные продуценты органического вещества

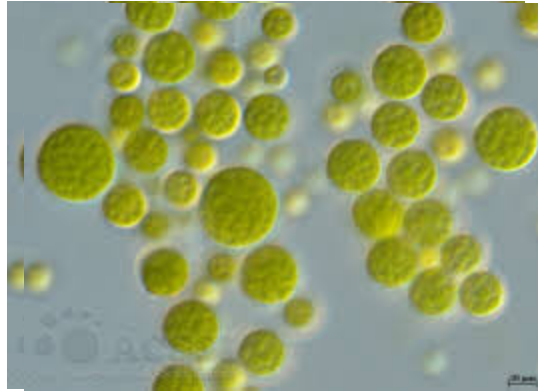
Сложные жизненные циклы, есть подвижные формы

Вызывают цветение воды
и эвтрофикацию водоемов

Основные продуценты
органического вещества в
океанах (особенно холодных)

Используются для
получения биотоплива

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ВОДОРΟΣЛИ



Зеленые микроскопические водоросли
Тип *Chlorophyta*



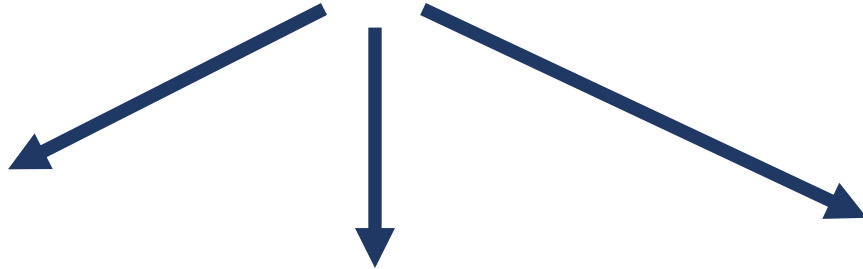
Диатомовые водоросли
Тип *Diatomea*

Диатомовые водоросли обладают разнообразными кремниевыми скелетами



ВИРУСЫ

Нуклеиновая кислота (ДНК или РНК) в белковой оболочке
Способны размножаться только в клетке организма-хозяина, используя ее аппарат синтеза белка
Специфичны по отношению к хозяину
Поражают живые организмы всех известных таксономических групп

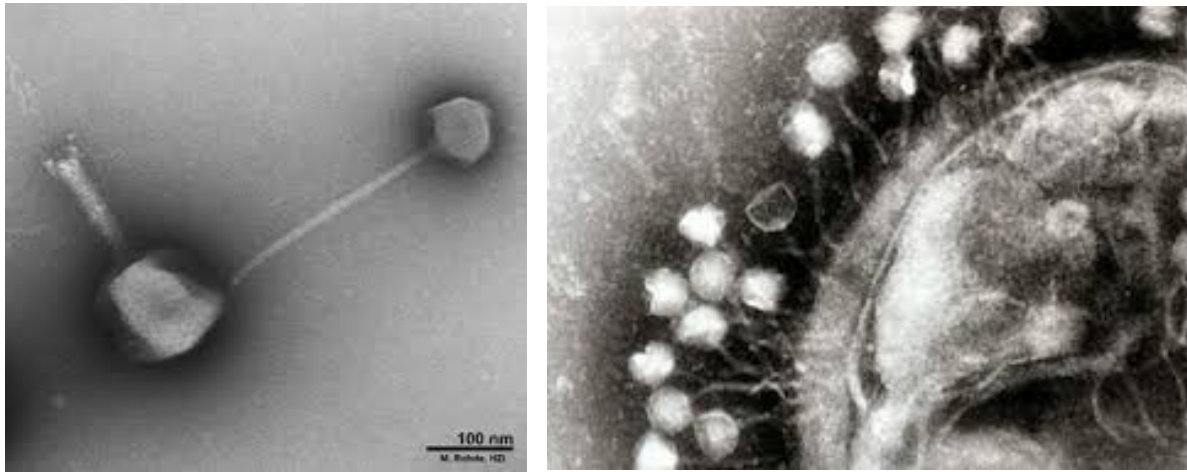


Вызывают заболевания, в том числе смертельные

Способны встраиваться в геном хозяина и сосуществовать с ним

Переносят генетическую информацию, увеличивая разнообразие живых организмов

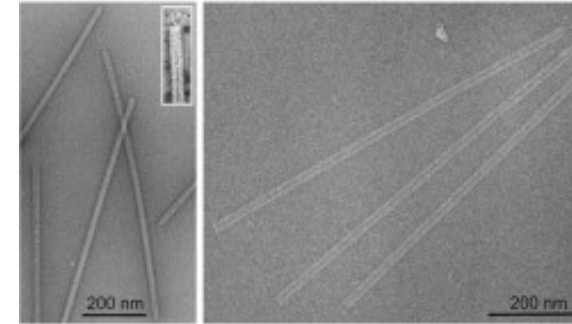
ВИРУСЫ прокариот



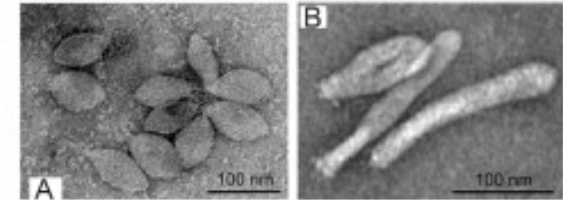
Вирусы бактерий – бактериофаги
Все практически одинаковые по структуре

Используются в молекулярной биологии
Фаговая терапия
Влияют на популяции бактерий в природе

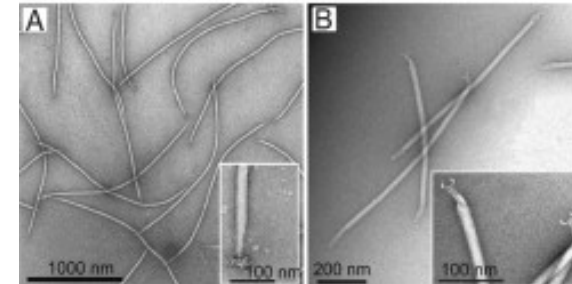
Rudoviridae (SIRV2)



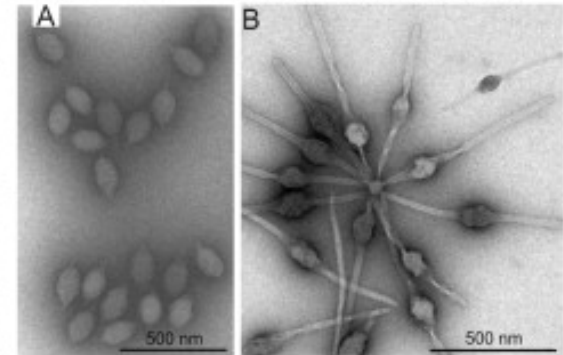
Fuselloviridae (A – SSV1; B – SSV6)



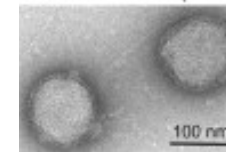
Lipothrixviridae (A – SIFV; B – AFV1)



Bicaudaviridae (A, B – two forms of ATV virions)



Globuloviridae (PSV)



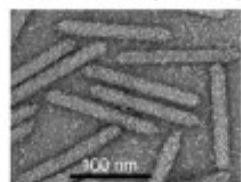
Guttaviridae (SNDV)



Ampullaviridae (ABV)



Clavaviridae (APBV1)

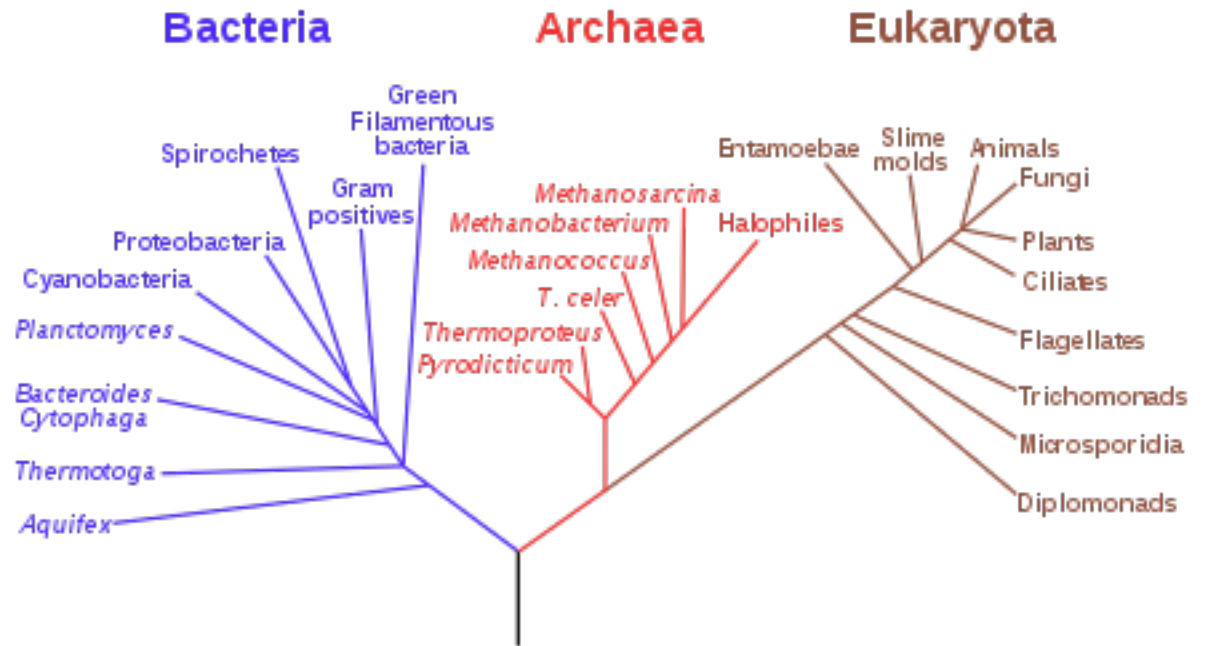


Вирусы архей – необычайное разнообразие
Живут при высоких температурах в горячих источниках

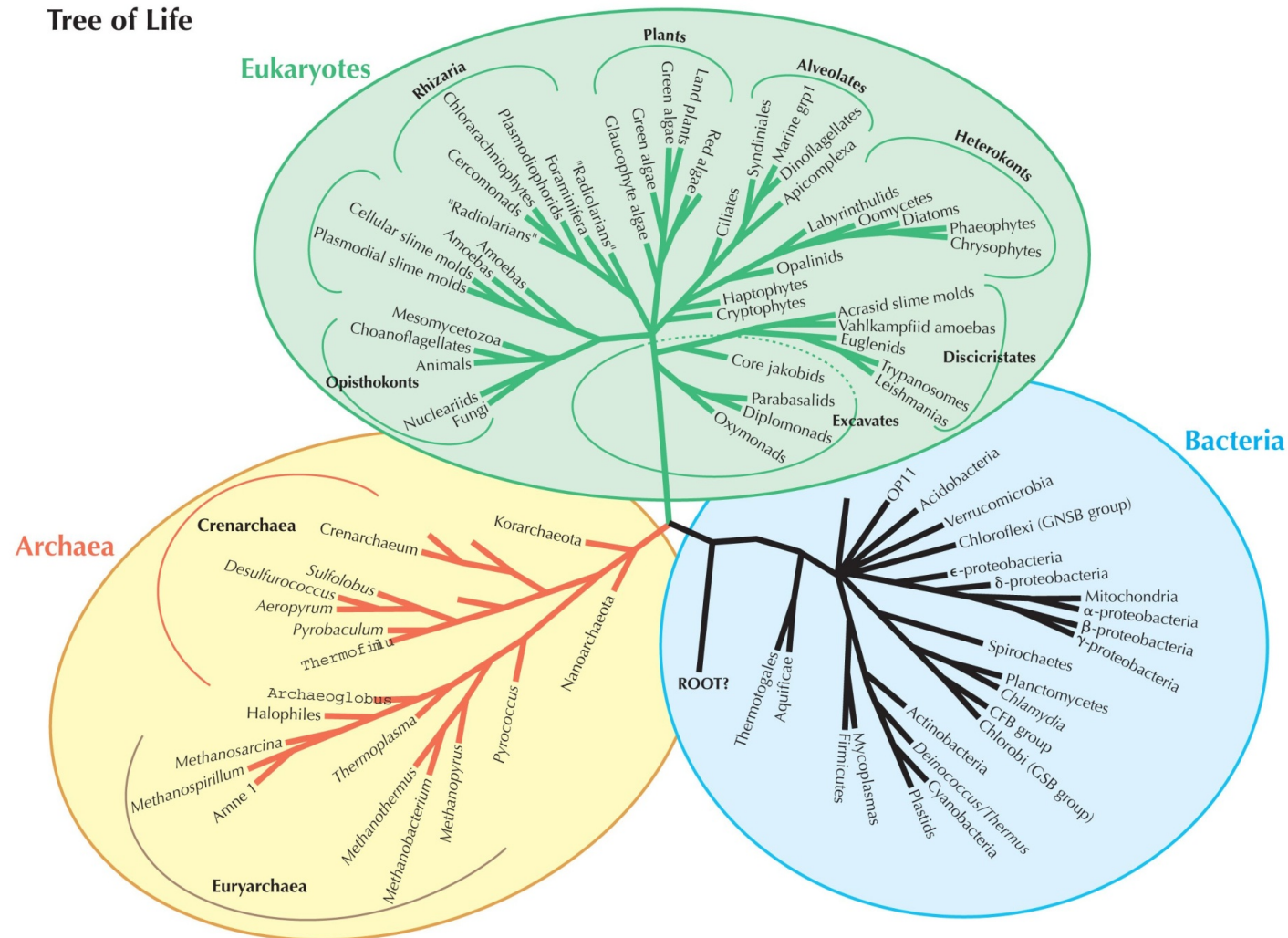
ПРОКАРИОТЫ: АРХЕИ И БАКТЕРИИ

Внешне очень похожие – простейшее устройство клетки

На самом деле представляют очень давно разошедшиеся филогенетические линии – домены
3-й домен – эукариоты (все ядерные микроорганизмы, от микроскопических грибов до человека)



ПРОКАРИОТЫ: АРХЕИ И БАКТЕРИИ



СИСТЕМАТИКА ПРОКАРИОТ

Иерархическая система:

Филум

Escherihia coli

Класс

Methanococcus jannashii

Порядок

Staphylococcus aureus

Семейство

Desulfurella acetivorans

Род

Fervidococcus fontis

Вид

Thermostilla marina

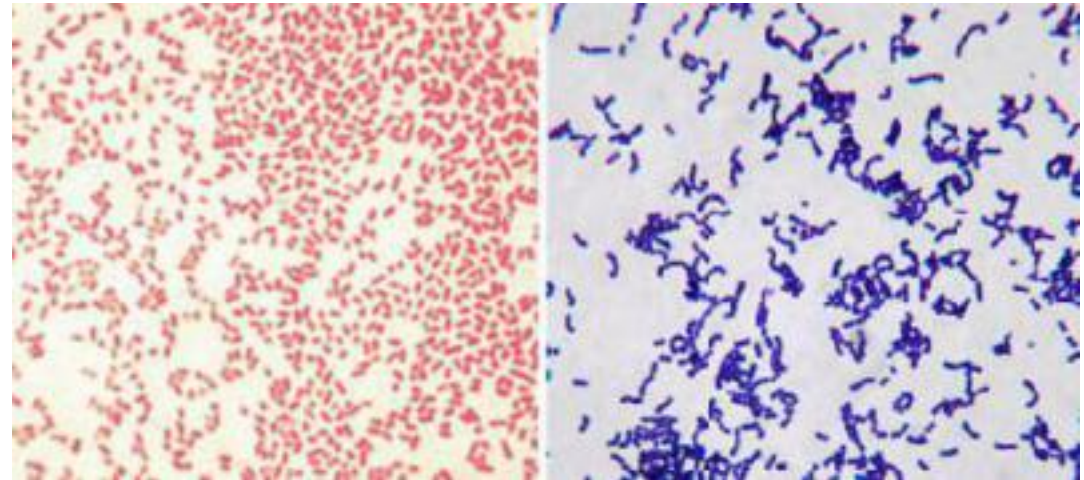
Melioribacter roseus

Фенотипическая систематика прокариот

Окраска по Граму – отражает строение клеточной стенки

Грам-отрицательные бактерии: клеточная стенка состоит из тонкого слоя муреина (гликопротеин), перипласта (свободное пространство) и внешней мембраны

Грам-положительные бактерии: клеточная стенка состоит из толстого слоя муреина (=пептидогликановый слой)



Грам-

Грам+

Фенотипическая систематика прокариот

Морфология – форма клетки
размеры клетки
подвижность
образование спор



Физиология - источник энергии (свет, органические вещества, неорганические вещества)
источник углерода (органическое вещество, CO_2)
используемые субстраты
образуемые продукты
отношение к кислороду (аэробы и анаэробы)

СИСТЕМАТИКА ПРОКАРИОТ

Хемотаксономия

Состав жирных кислот в клеточной стенке

Состав хинонов

Геносистематика

Содержание Г+Ц оснований в ДНК (позволяет разделить на роды)

ДНК-ДНК гибридизация (позволяет разделить на виды)

СИСТЕМАТИКА ПРОКАРИОТ

Иерархическая система:

Филум

Класс

*ПОЛНЫЙ ПРОИЗВОЛ С ВЫСШИМИ
ТАКСОНАМИ, НАЧИНАЯ С СЕМЕЙСТВА*

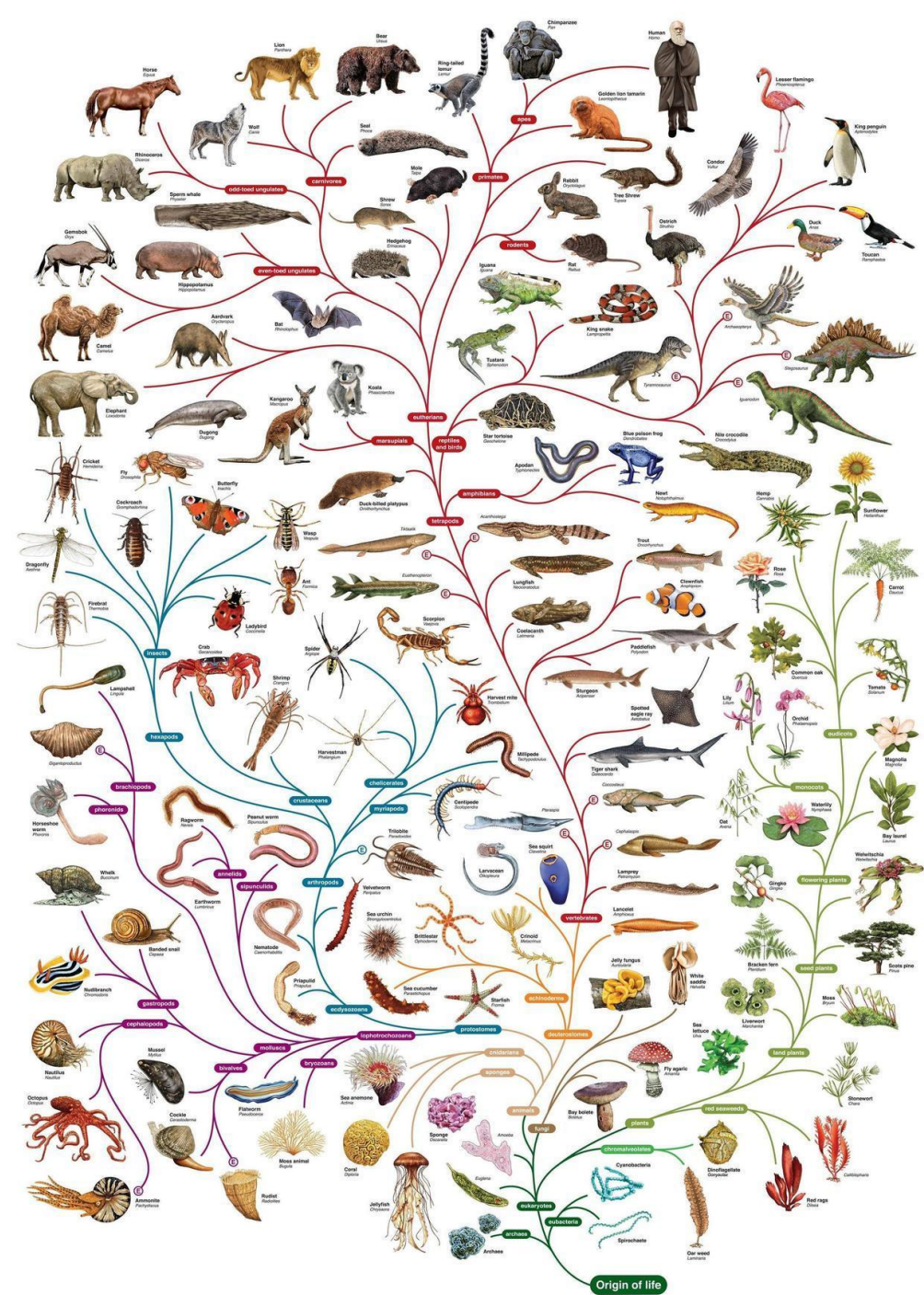
Порядок

Семейство

Род

Вид

Дерево жизни - эукариоты



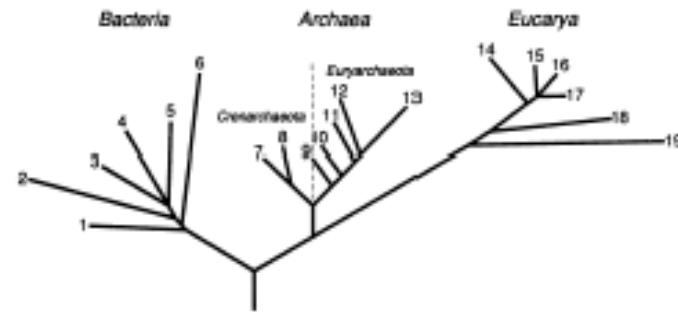


FIG. 1. Universal phylogenetic tree in rooted form, showing the three domains. Branching order and branch lengths are based upon rRNA sequence comparisons (and have been taken from figure 4 of ref. 2). The position of the root was determined by comparing (the few known) sequences of pairs of paralogous genes that diverged from each other before the three primary lineages emerged from their common ancestral condition (27). [This rooting strategy (28) in effect uses the one set of (aboriginally duplicated) genes as an outgroup for the other.] The numbers on the branch tips correspond to the following groups of organisms (2). Bacteria: 1, the Thermotogales; 2, the flavobacteria and relatives; 3, the cyanobacteria; 4, the purple bacteria; 5, the Gram-positive bacteria; and 6, the green nonsulfur bacteria. Archaea: the kingdom Crenarchaeota: 7, the genus *Pyrodicticum*; and 8, the genus *Thermoproteus*; and the kingdom Euryarchaeota: 9, the Thermococcales; 10, the Methanococcales; 11, the Methanobacteriales; 12, the Methanomicrobiales; and 13, the extreme halophiles. Eucarya: 14, the animals; 15, the ciliates; 16, the green plants; 17, the fungi; 18, the flagellates; and 19, the microsporidia.

Сравнение консервативных участков генома позволило построить эволюционное дерево прокариот – первую филогенетическую систему



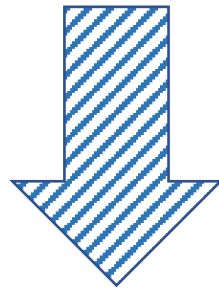
Карл Везе (Carl Woese)

Молекулярный хронометр – ген 16S рРНК

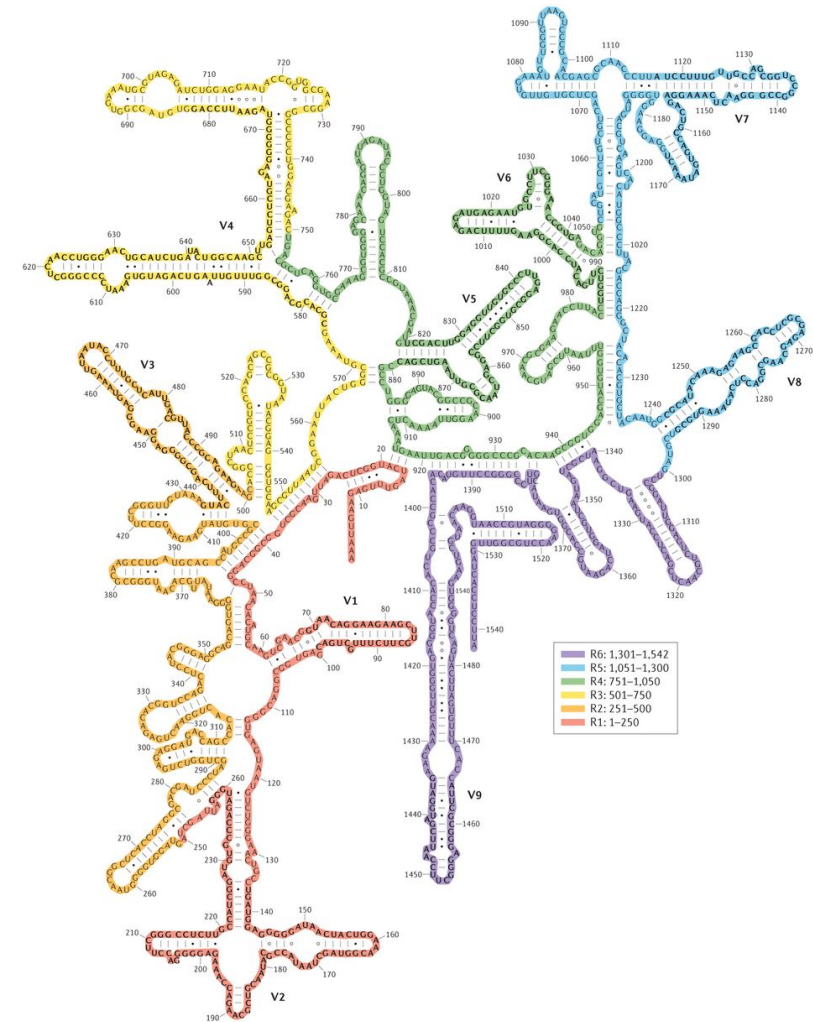
Консервативный участок генома ~ 1500 нуклеотидов

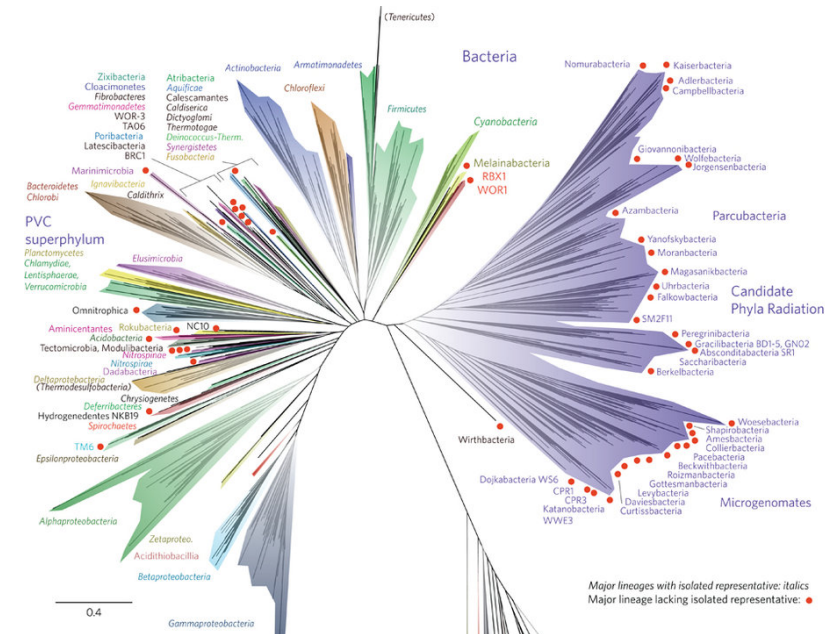
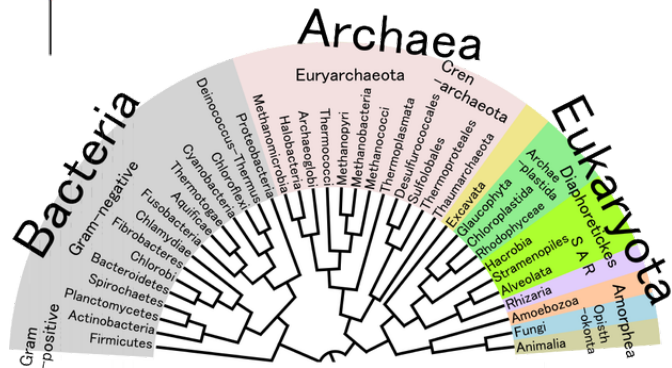
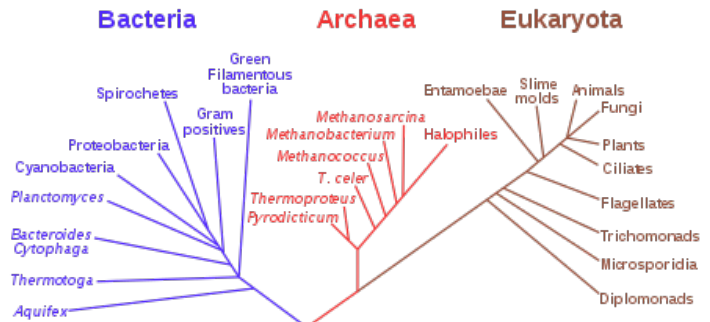
Есть у всех прокариот

Предположение, что мутации происходят с одинаковой частотой

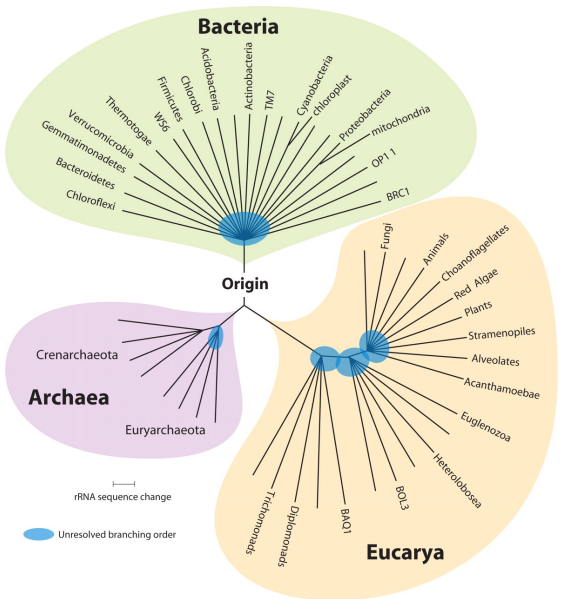


Чем больше различия в мутациях, тем раньше разошлись организмы

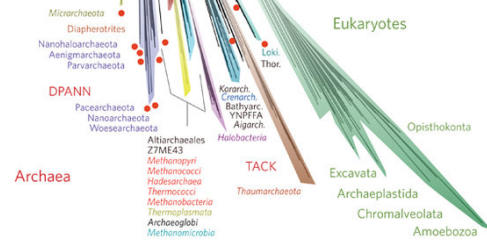
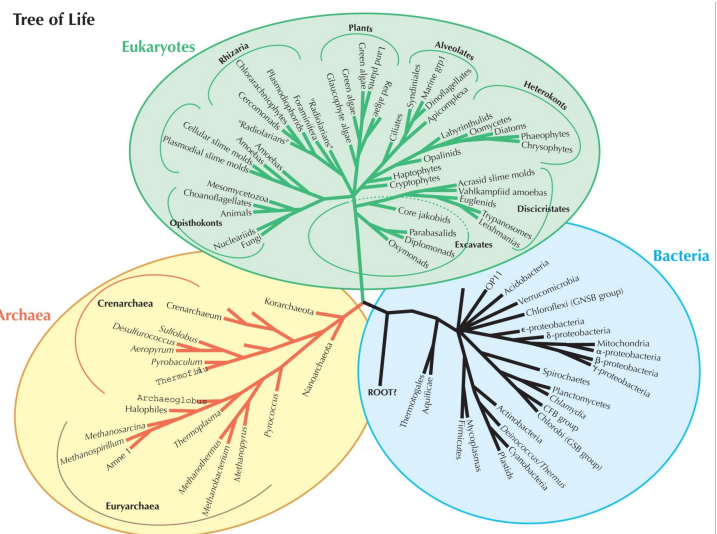




Major lineages with isolated representative: *italics*
Major lineage lacking isolated representative: ●



Tree of Life



АРХЕИ И БАКТЕРИИ

ПРИЗНАК	АРХЕИ	БАКТЕРИИ
Клеточная стенка	Слой белковых глобул, или ее вообще нет, в единичном случае - псевдомуреин	С толстым слоем пептидогликана у Грам+, с внешней мембраной у Грам-
Липиды мембран	Сверхпрочные изопrenoидные липиды	Глицерин-сложноэфирные липиды
Аппарат синтеза белка	РНК-полимераза и рибосомы имеют черты эукариотных	Чисто прокариотный
Жгутики	«Археллы» - по составу белков ближе к пиям бактерий, состав и системы сборки иная, чем у бактерий	Флагеллы, типичные для всех бактерий

АРХЕИ И БАКТЕРИИ

Археи, известные до создания филогенетической системы прокариот:

Метаногены (обигатные анаэробы, образующие метан из CO_2 или ацетата)

Галофилы (аэробные органотрофы, живущие при высокой концентрации соли)

Термофилы, окисляющие соединения серы (*Sulfolobus*, *Thermoplasma*)

Два филума: *Euryarchaeota* и *Crenarchaeota*

После создания филогенетической системы прокариот резко вырос интерес к археям.

Были открыты:

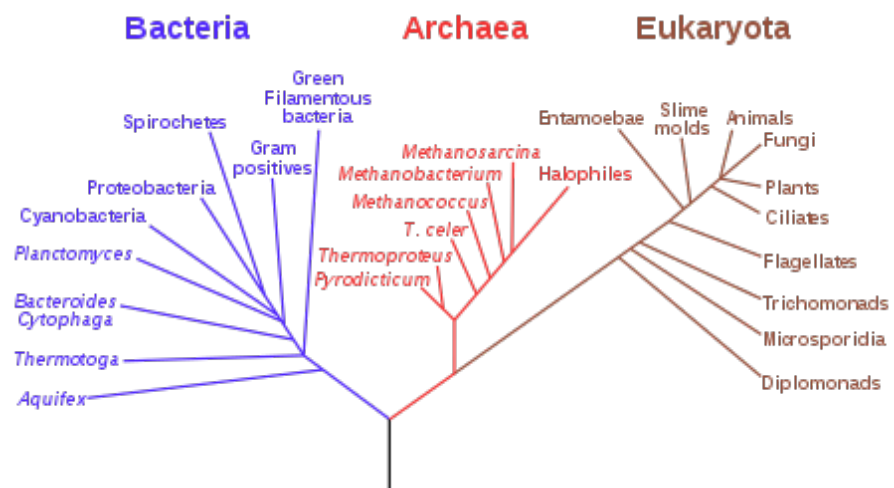
Гипертермофилы – организмы, растущие при температуре 80°C и выше

Наноархеи - организмы с очень мелкими клетками, не способные к автономному образу жизни

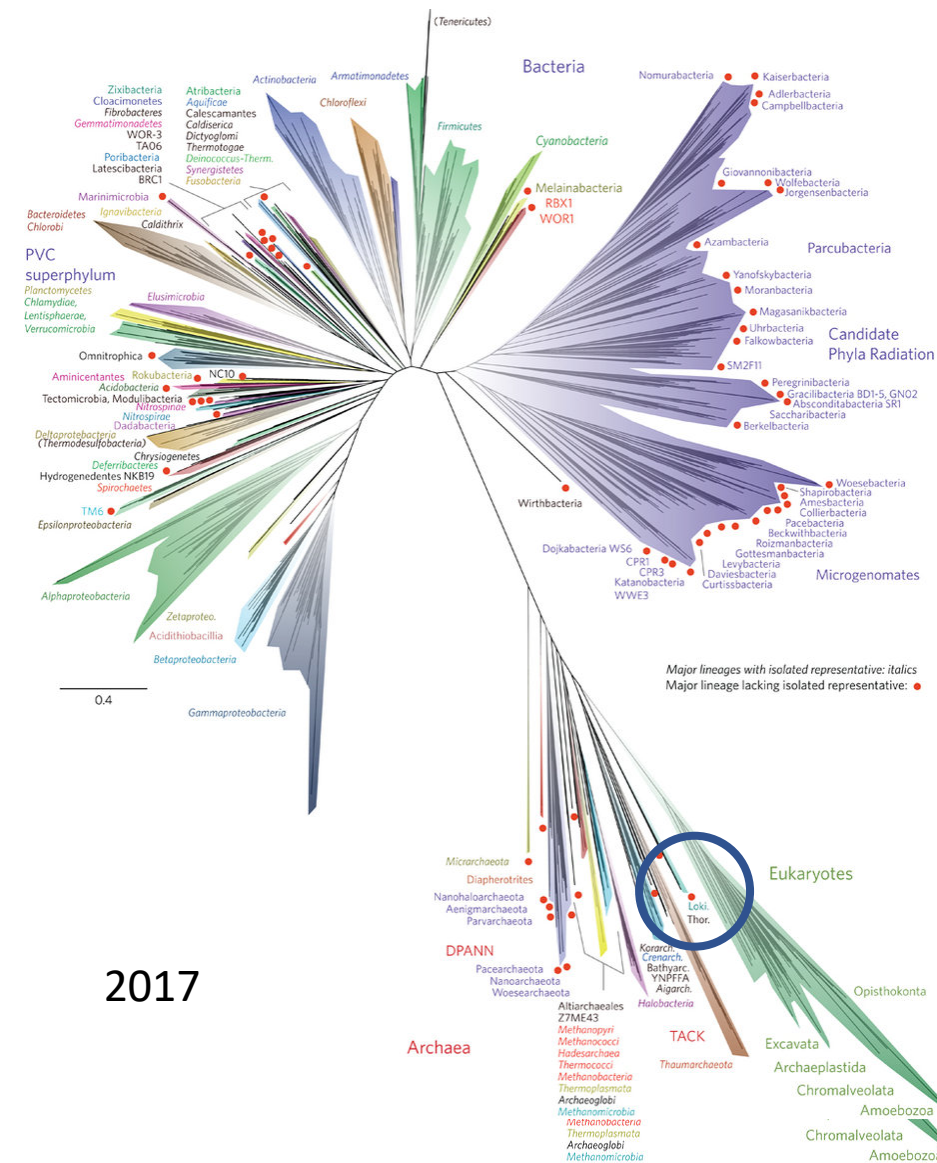
Нитрификаторы, окисляющие аммоний до нитрита и широко распространенные в холодных морях («морской снег»)

Некультивируемые археи представляющие множественные филумы, геномы которых были собраны из метабеномов

АРХЕИ И БАКТЕРИИ



1983



2017

АРХЕИ И БАКТЕРИИ

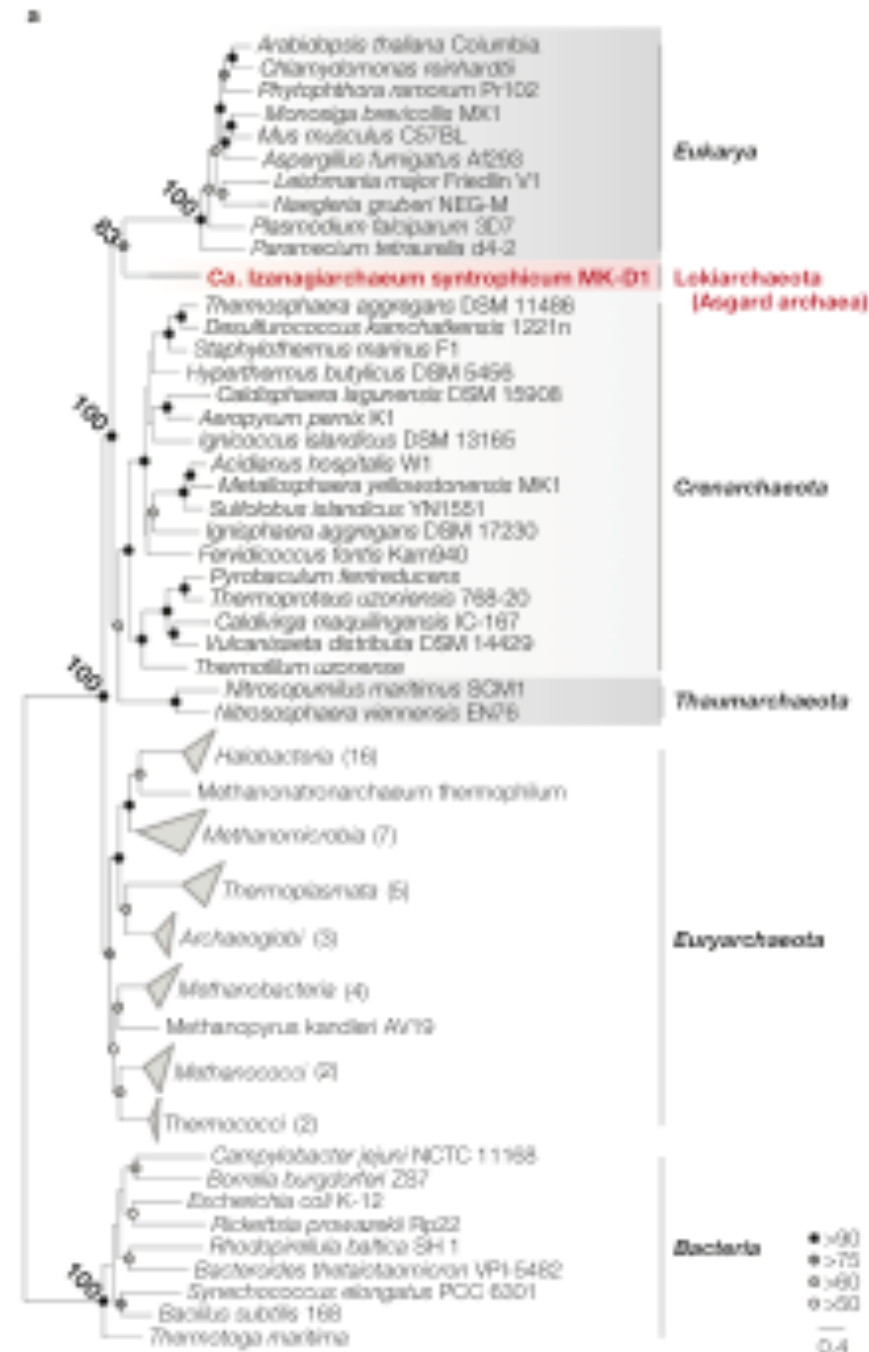
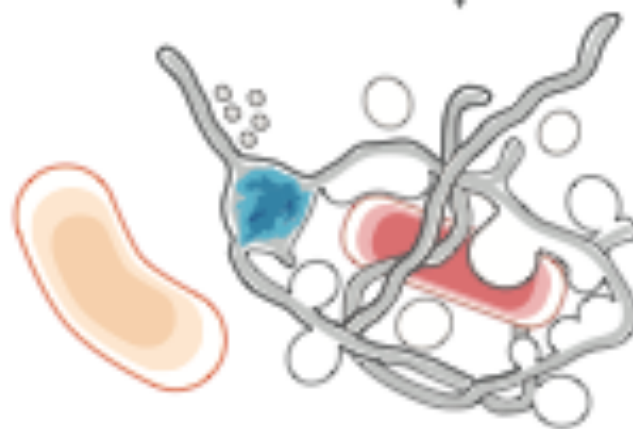
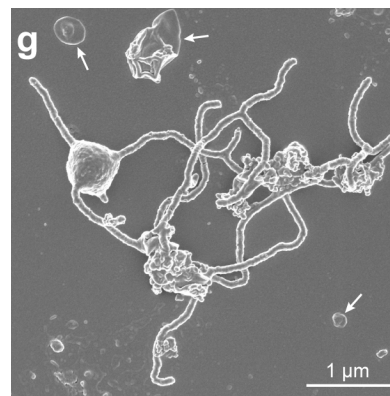
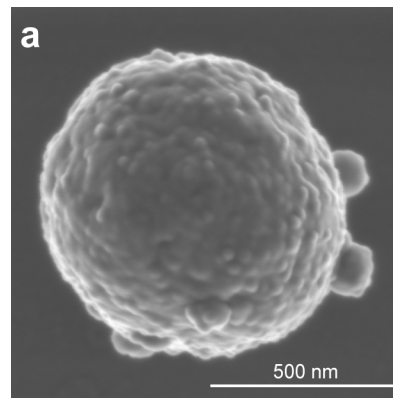
Lokiarchaeota



Кен Такаи

2019!

Ca 'Izanagiarchaeum syntrophicum'



LUCA

Last Universal Common Ancestor = Последний Универсальный Общий Предок

Уильям Мартин, 2016 - анализ 6.1 миллиона белок-кодирующих генов прокариот

У LUCA имелось 355 белковых кластеров

Анаэробный

Термофил

Источник энергии – H_2

Продукт жизнедеятельности – метан $4H_2 + CO_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$

Источник C – CO_2

Источник N – N_2

Местообитания – горячие источники, где есть водород и углекислота вулканического происхождения

