

A scanning electron micrograph (SEM) showing a dense cluster of bacteria. The bacteria are primarily rod-shaped with a textured, pebbled surface. Some are shorter and thicker, while others are longer and thinner. Several spherical structures, likely spores or capsules, are visible, some attached to the rods and others free. The background is dark, making the light-colored bacteria stand out.

Микробиология

bacteria

Таксономия  
бактерий



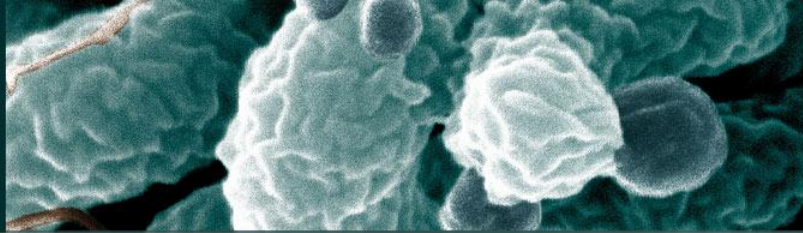
# Филогенетическая систематика бактерий

- 23 филума бактерий
- Обозначаются: **VXIII Dictyoglomi** — Название филума

V - Bacteria

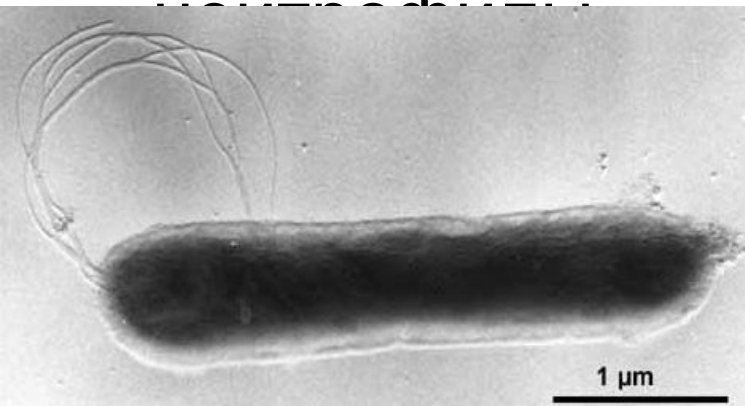
Номер филума  
(римскими  
цифрами)

- Выделяются филумы на основе их молекулярно-генетического «родства»



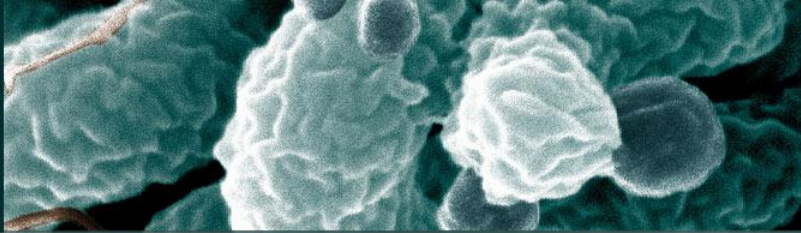
## VI Aquificae

- Один класс, порядок, семейство, 4 рода
- Грамотрицательные палочки, одиночные или в цепочках, подвижные/неподвижные
- Аэробы/анаэробы
- Термофилы/экстремальные термофилы,  
нейтротермиче...



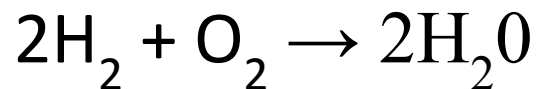
*Aquifex pyrophilus* (platinum shadowed).

© K.O. Stetter & Reinhard Rachel, University of Regensburg.



## VI Aquificae

- Хемолитотрофы (донор электронов  $H_2$ ,  $S_2O_3^-$ ,  $S^0$ ) или хемоорганогетеротрофы. В обоих случаях конечный акцептор электронов  $O_2$  или  $NO_3^-$
- Конструктивный метаболизм автотрофный (цикл Арнора) или гетеротрофный
- Могут окислять водород с помощью кислорода:



- Наземные и подводные гидротермы





## VII Thermotogae

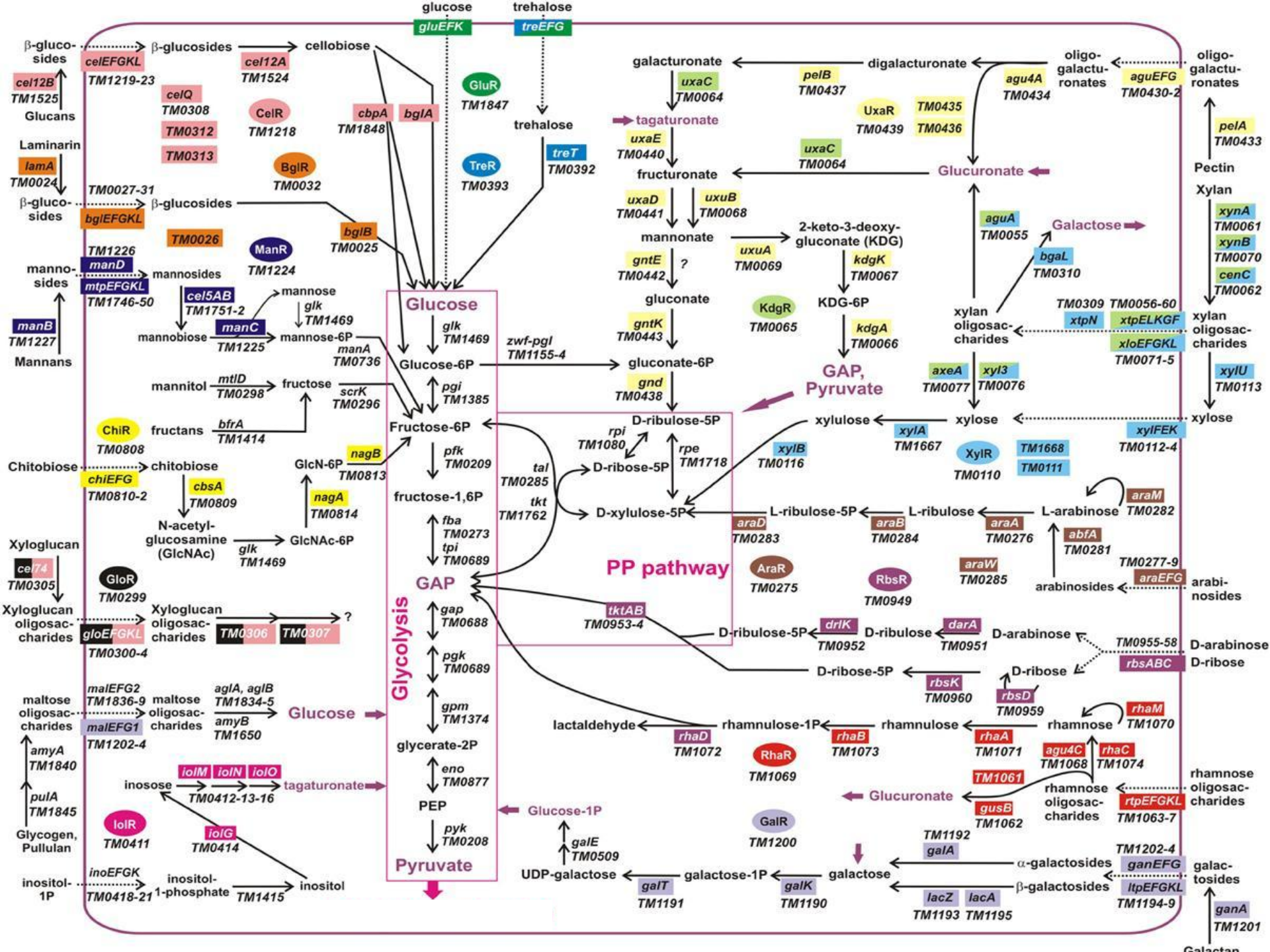
- Один класс, порядок, семейство, 5 родов
- Грамотрицательные неспорообразующие палочки, одиночные/в цепочках, биполярные жгутики,
- Одеты в «тогу» - S-слои на поверхности клеток
- Облигатные анаэробы
- Термофилы, экстремальные термофилы, нейтрофилы





## VII Thermotogae

- Хемоорганогетеротрофы, бродильщики
- Субстраты: глюкоза, ксилоза и другие субстраты
- Гликолиз/КДФГ-путь
- Очень древняя и **ОЧЕНЬ** медленно эволюционирующая группа бактерий
- Наземные/подземные термальные источники, космополиты

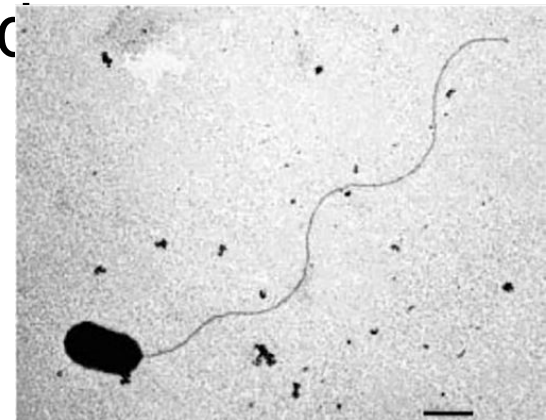




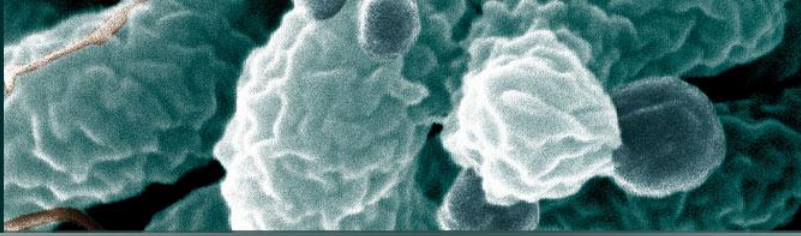


## VIII Thermodesulfobacteria

- Один класс, порядок, семейство, 5 родов
- Грамотрицательные неспорообразующие одиночные/в цепочках палочки
- Подвижные (монопольярный жгутик)/неподвижные
- Термофилы, экстремальные термосолюбивые нейтрофилы

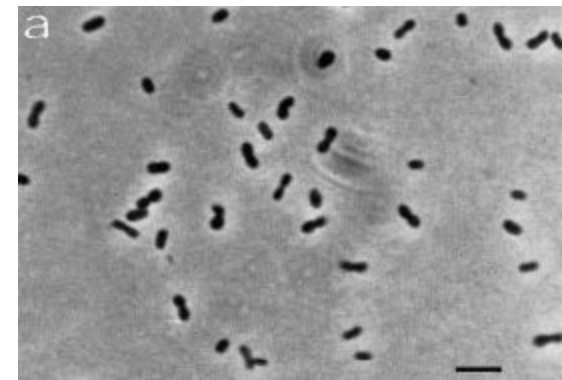


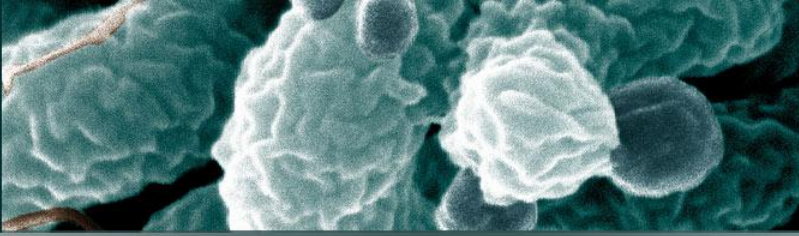




## VIII Thermodesulfobacteria

- Хемоорганогетеротрофы
- Субстраты: лактат и пируват ИЛИ  $\text{H}_2$
- Конечный акцептор электронов: сульфат
- Облигатные анаэробы
  
- Термальные источники, подземные воды нефтяных скважин





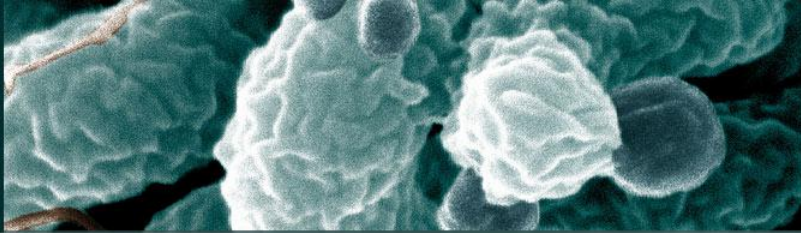
# BIV Deinococcus-Thermus

## Deinococcus

- Грамотрицательные

## Thermus

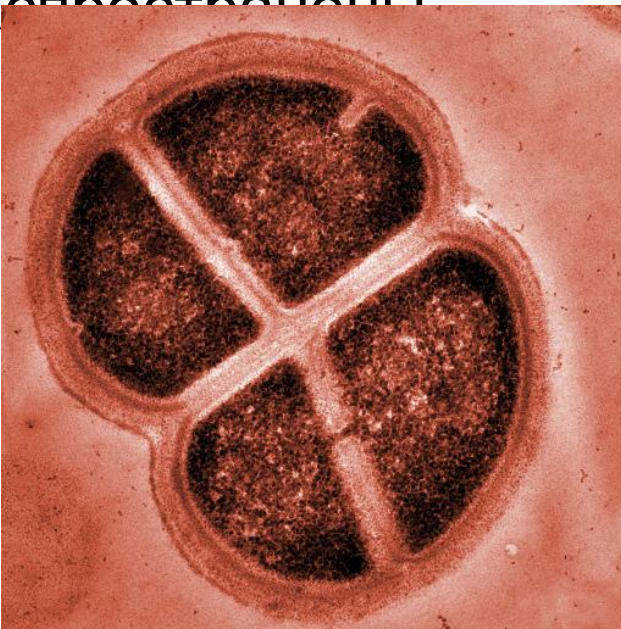
- Дипло/тетракокки
  - Мезофилы/термофилы, нейтрофилы
  - 2 хромосомы в 4/10 повторностях
  - Устойчивы к засухе и радиации
- Одиночные палочки/в цепочках
  - Термофилы, нейтрофилы
  - Источник taq-полимеразы



## BIV Deinococcus-Thermus

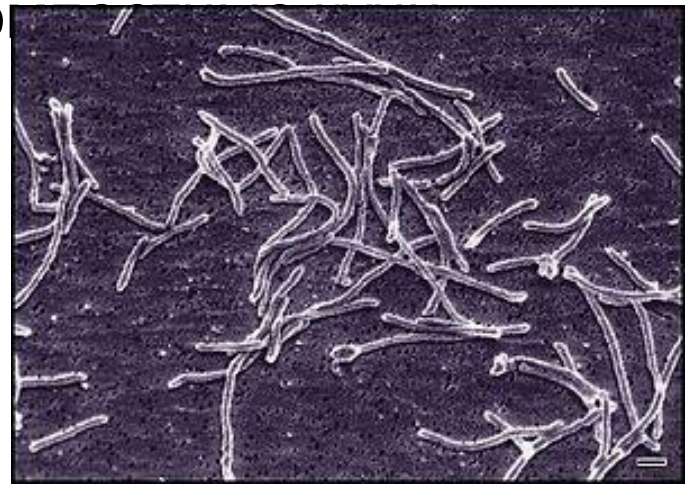
### Deinococcus

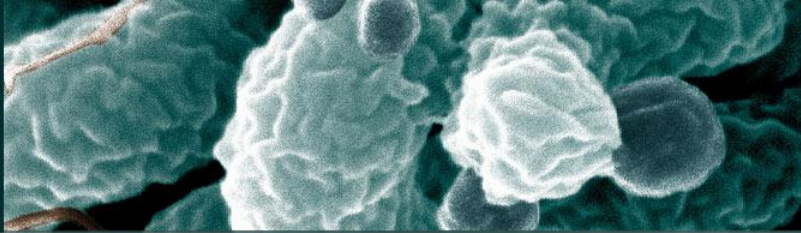
- Хемоорганогетеротрофы с аэробным окислением
- Повсеместно распространены



### Thermus

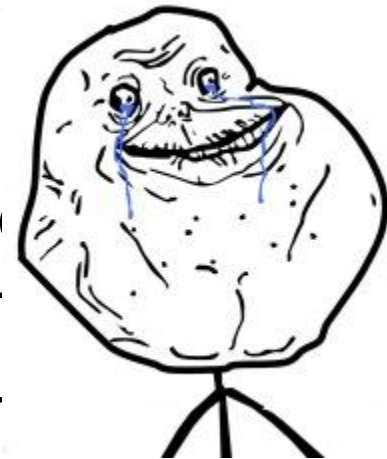
- Хемоорганогетеротрофы с аэробным/нитратным дыханием
- Природные и антропогенные гидротермы, ко



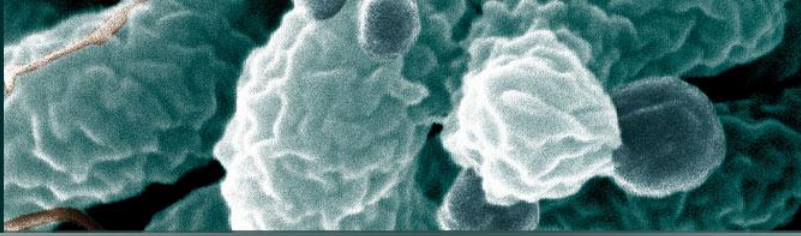


## BV Chrysiogenetes

- Один класс, порядок, семейство, род, вид
- Грамотрицательные одиночные изогнутые палочки, монополярный жгутик
- Способен к групповому движению (рассчитан на объединение клеток в S- или W-структуру)
- Мезофил, нейтрофил с уклоном в щелочную сторону

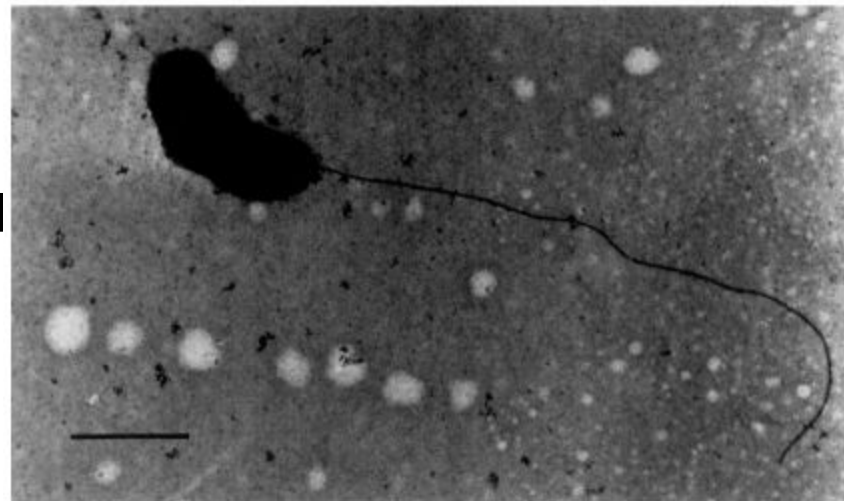






## BV Chrysiogenetes

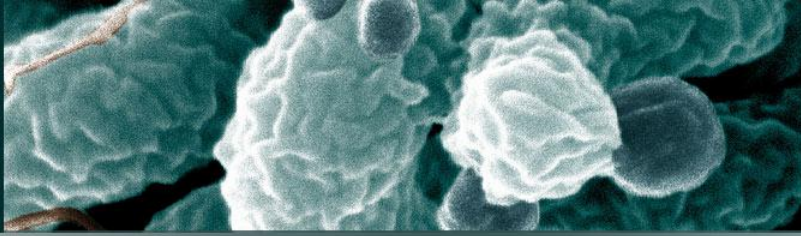
- Хемоорганогетеротроф с анаэробным дыханием
- Доноры электронов: ацетат, лактат, малат, пируват
- Конечный акцептор электронов  $\text{AsO}_4^{3-}$  или нитрат
- Облигатный анаэроб
- Очистные сооружения золотого прииска в Австралии





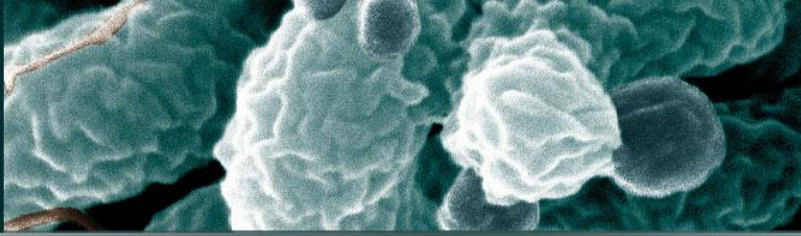
## BVI Chloroflexi

- Один класс, два порядка, два семейства, 5 родов
- Грамотрицательные неветвящиеся нити со скользящим типом движения
- Нити окружены тонким чехлом
- Космополиты: гидротермы/почва/вода



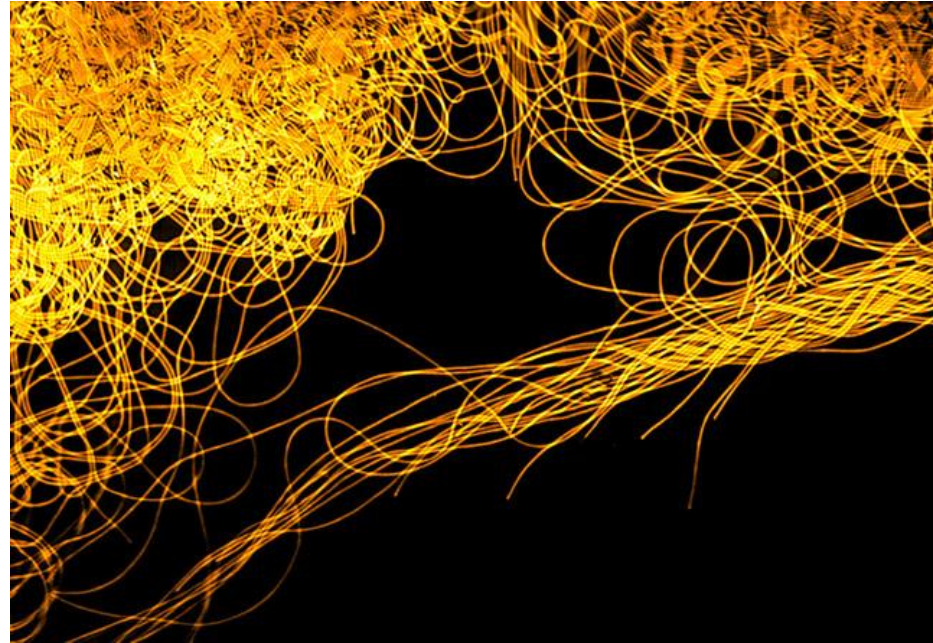
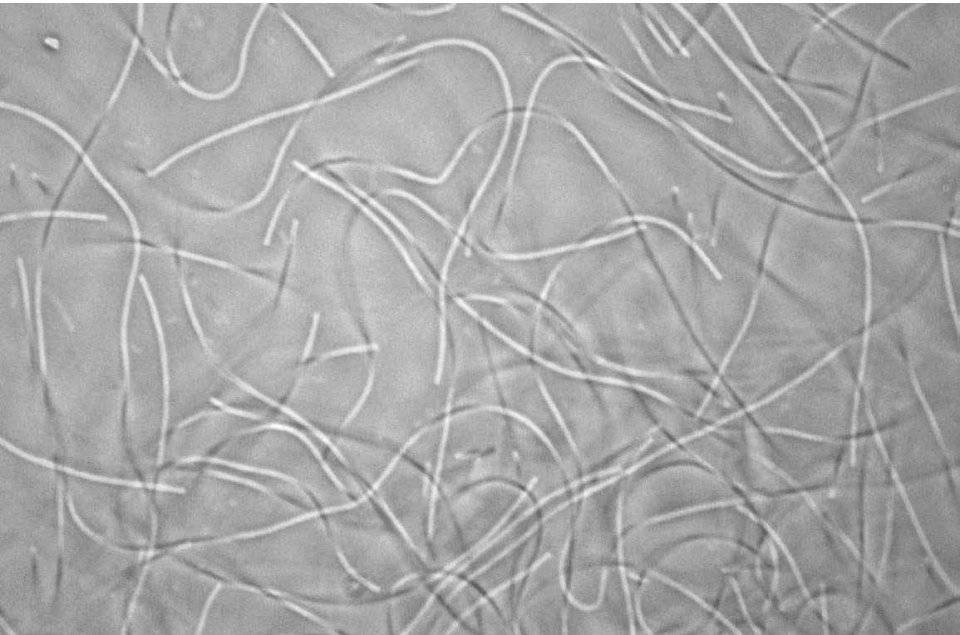
## Порядок Chloroflexales:

- Метаболизм: аноксигенный фотосинтез (бактериохлорофиллы a, c, d; хлоросомы; органика в качестве донора электронов)
- Авто- или гетеротрофы
- Анаэробы/факультативные аэробы
- Термофилы/мезофилы, нейтрофилы

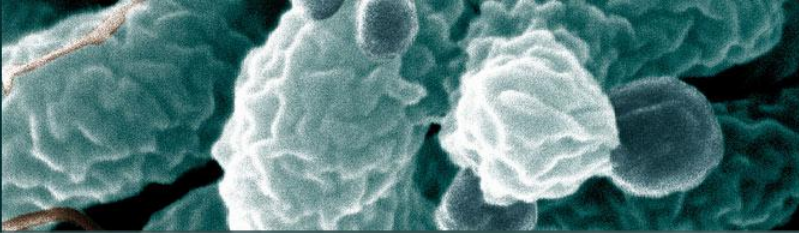


## Порядок Herpetosiphonales

- Хемоорганогетеротрофы с аэробным дыханием
- Мезофилы/термофилы, нейтрофилы







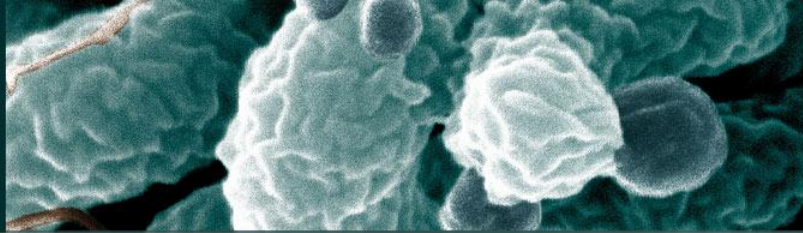
## BVII Thermomicrobia

- Грамотрицательные гантелевидные палочки, одиночные или в парах
- Вместо муреина в клеточной стенке особые белки
- Экстремальный термофил, легкий алкалофил
- Хемоорганогетеротроф с аэробным дыханием
- Горячий источник в Йеллоустоунском НацПарке

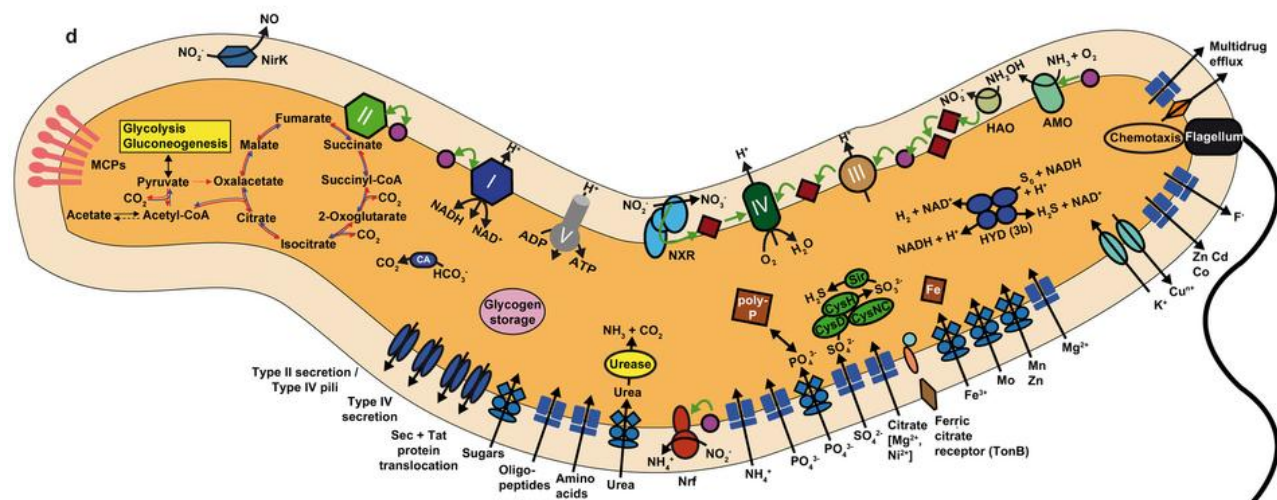
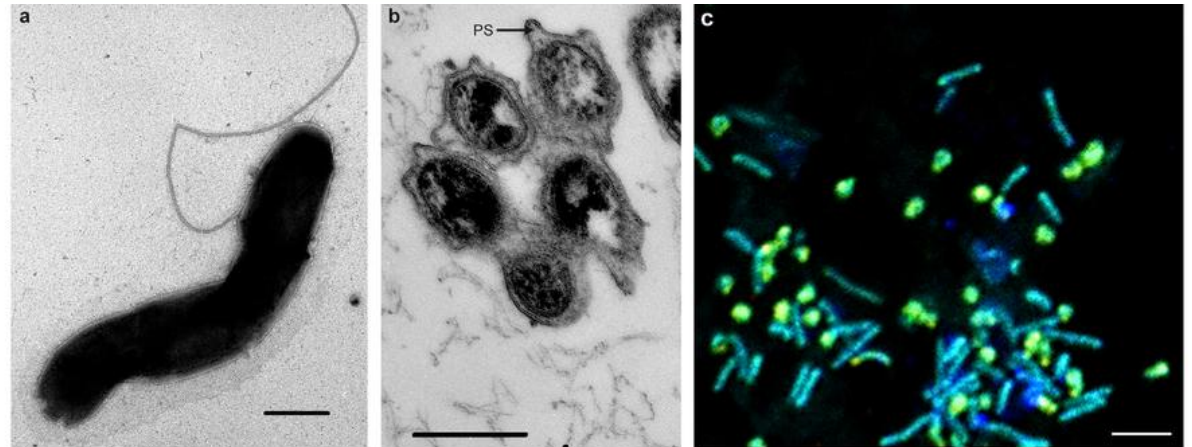


## BVIII Nitrospirae

- Один класс, порядок, семейство, 4 рода разные по морфологии
- Вибрионы/спиралевидные формы/одиночные палочки
- Хемолитотрофы: аэробные нитрификаторы, аэробные железобактерии, магнитобактерии
- Хемоорганогетеротрофы: диссимиляционное восстановление сульфатов

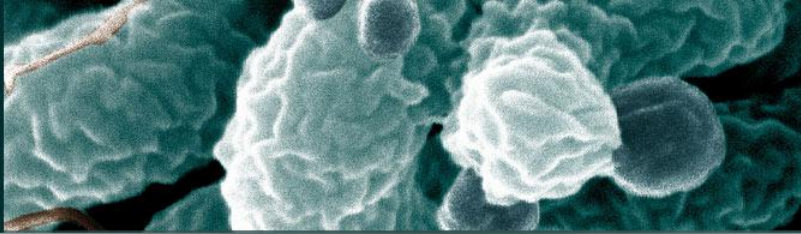


# Nitrospira



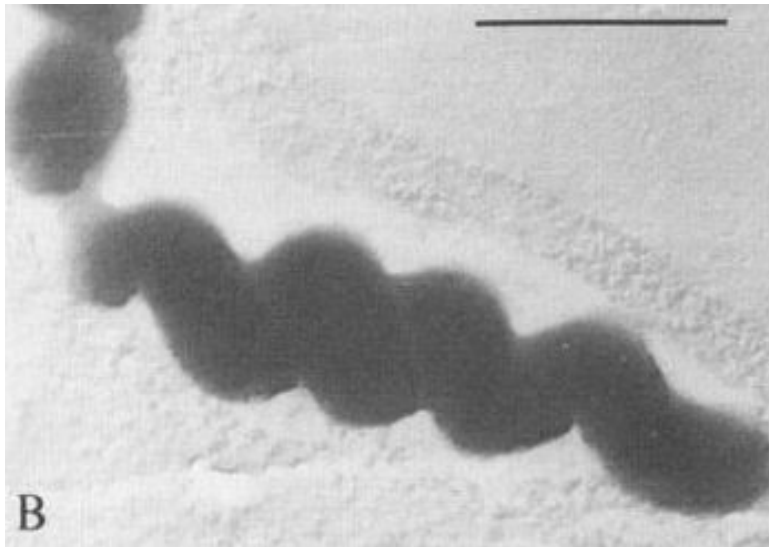
Quinol / Quinone	Bacterioferritin	Reductive / oxidative tricarboxylic acid cycle	HYD Hydrogenase
Cytochrome c	Polyphosphate storage	AMO Ammonia monooxygenase	MCP Methyl-accepting chemotaxis protein
Electron transport	Miscellaneous transporter families	AMO Ammonia monooxygenase	NirK Cu-dependent nitrite reductase
ABC Transporters	Secretion systems	CA Carbonic anhydrase	Nrf Cytochrome c nitrite reductase
RND Transporters		Cys Sulfate adenylyltransferase	NXR Nitrite oxidoreductase
		HAO Hydroxylamine dehydrogenase	Sir Sulfite reductase



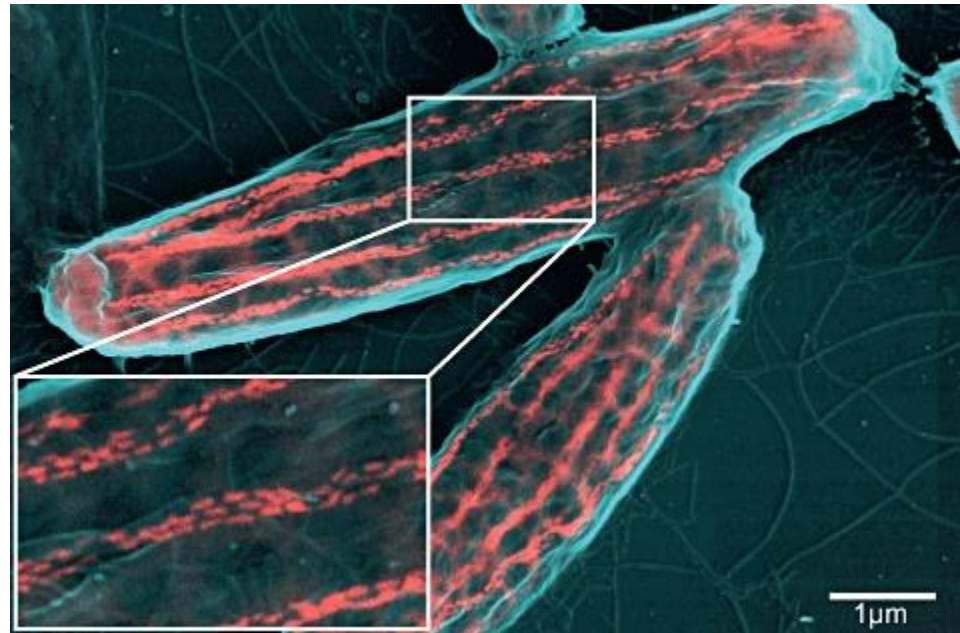


## BVIII Nitrospirae

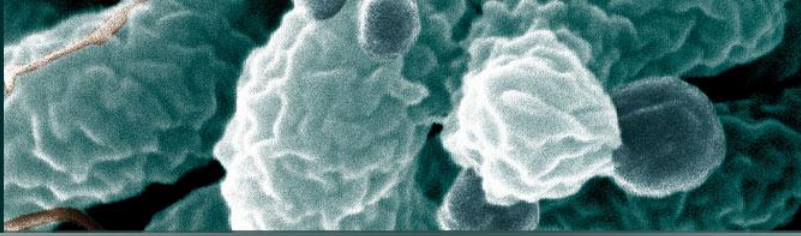
**Leptospirillum**



**Madnetobacterium**

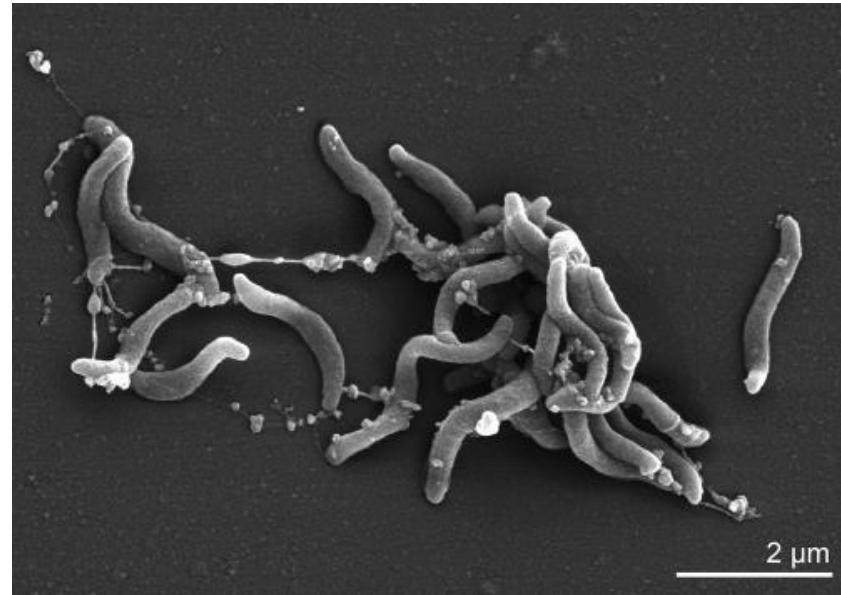






## VIX Deferribacteres

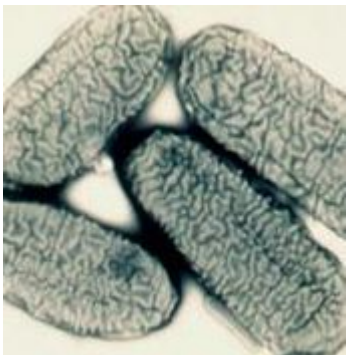
- Один класс, порядок, семейство, 4 рода
- Одиночные неподвижные палочки (3 рода), подвижные вибрионы (1 род)
- Анаэробы
- Мезо- или термофилы, нейтрофилы. Некоторые – ацидофилы и галофилы





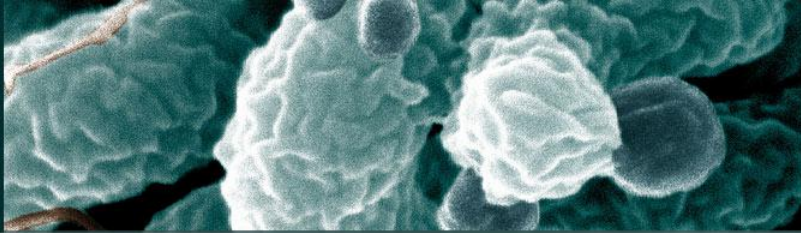
## BIX Deferribacteres

- Хемоорганогетеротрофы с анаэробным дыханием или брожением
- Конечные акцепторы электронов:  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{S}^0$ ,  $\text{Co}^{2+}$



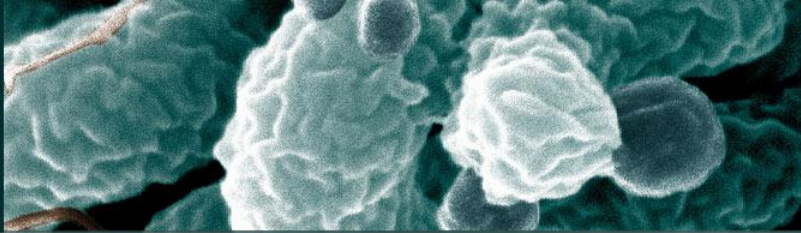
*Synergistes jonesii*





## BXI Chlorobi

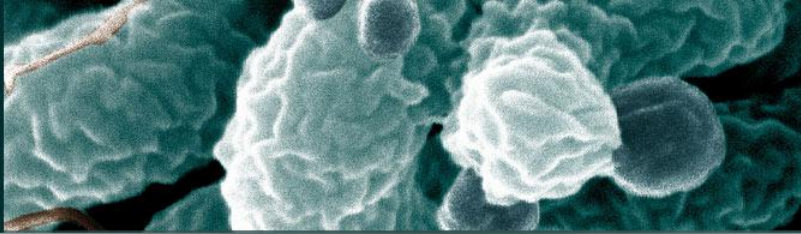
- Один класс, порядок, семейство, 5 родов
- Сферические/овальные/палочковидные неподвижные клетки
- Одиночные/в цепочках/нитчатые
- Аноксигенные фототрофные зеленые бактерии – осуществляют фотосинтез при минимальных количествах света
- Мезофилы, нейтрофилы, анаэробы



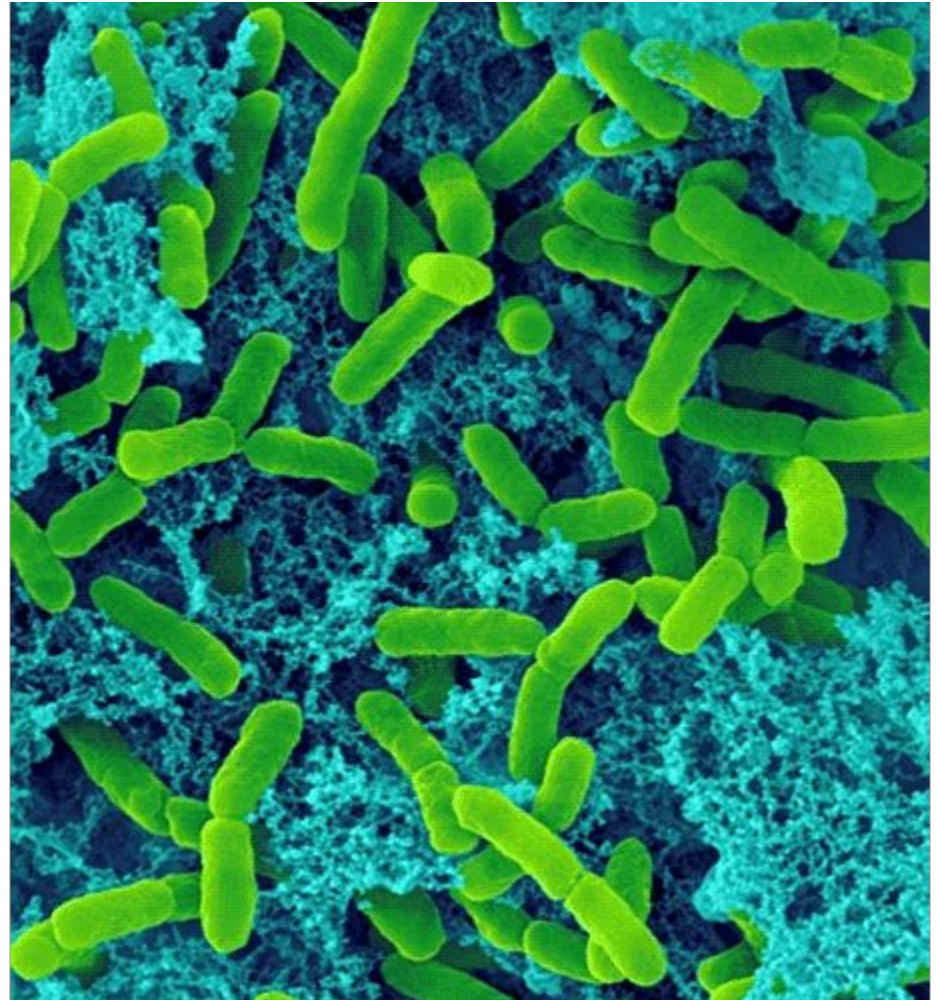
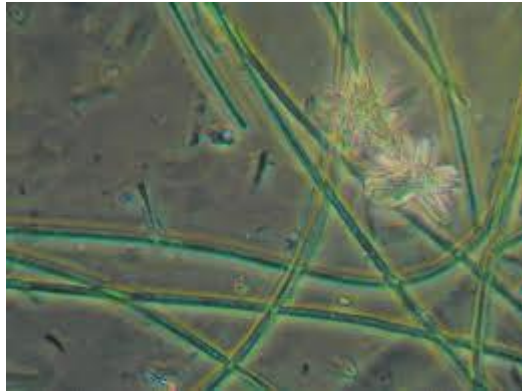
## BXI Chlorobi

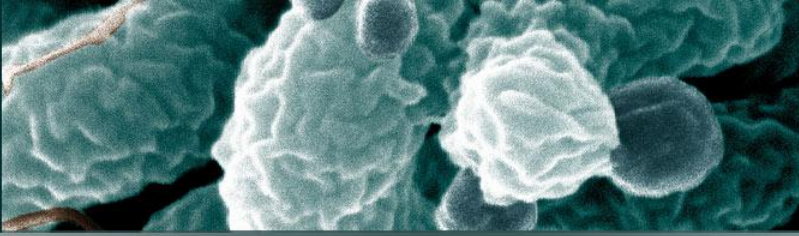
- Облигатные фототрофы
- Аноксигенный фотосинтез с центральным пигментом бактериохлорофиллом а
- ССК: с, d, e
- Литотрофы: донор  $e^-$  -  $S^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $H_2$
- Автотрофы: цикл Арнора для фиксации  $CO_2$
- Планктон и ил пресных и солоноватых водоемов суши





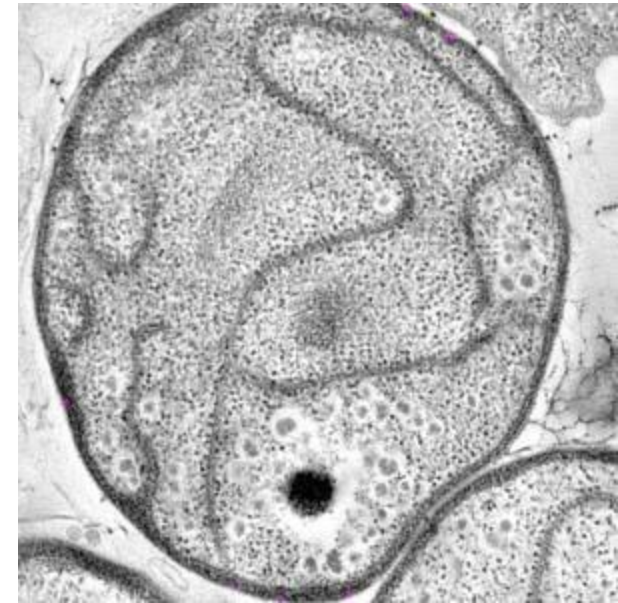
## BXI Chlorobi





## BXV Planctomyces

- Один класс, порядок, семейство, 4 рода
- Грам– сферические/эллипсоидные клетки
- Аэробы/анаэробы
- Мезофилы, нейтрофилы (?)

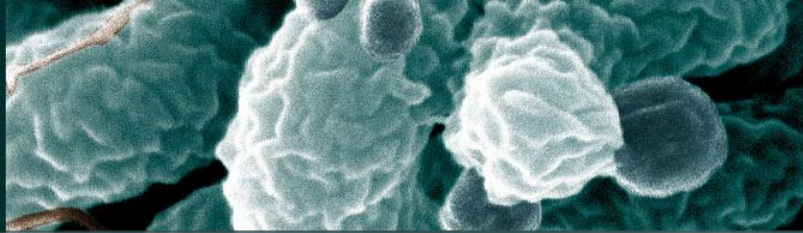






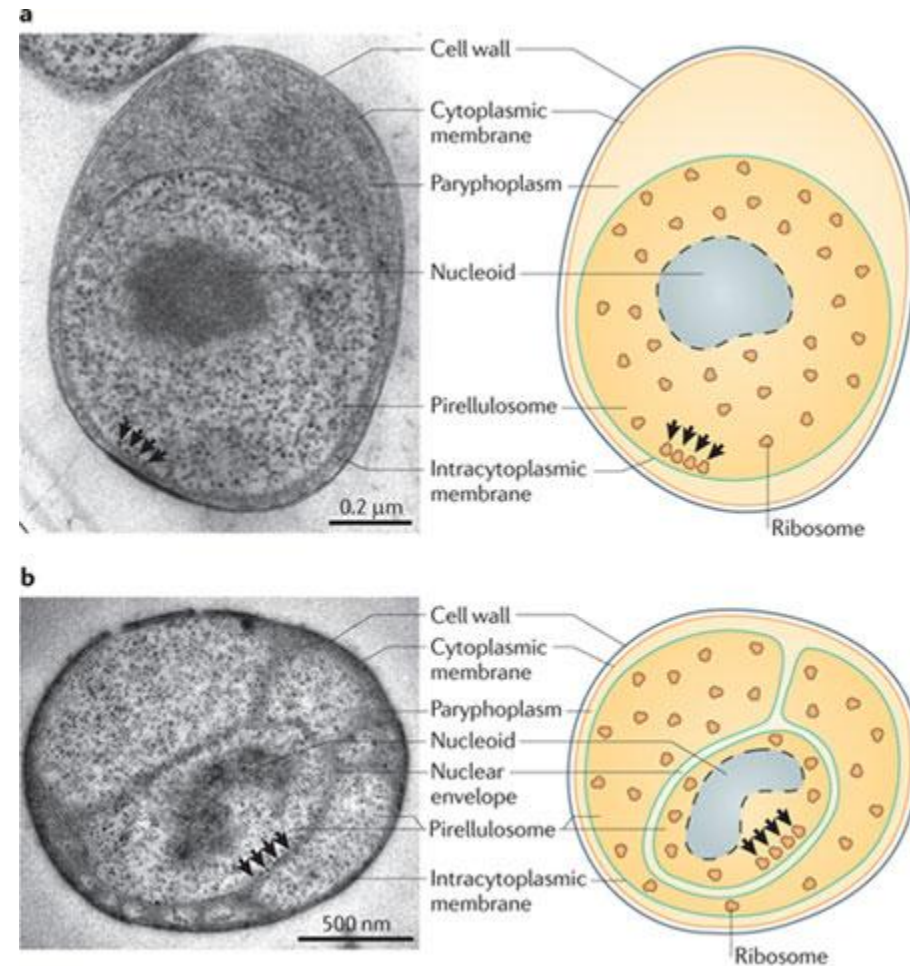
## BXV Planctomyces

- Хемоорганогетеротрофы с аэробным дыханием
- Хемолитотрофы с анаэробным окислением аммиака
- Квазиэукариотизм
- Диморфный клеточный цикл с чередующимися подвижной и неподвижной фазой
- Почкование
- Планктон/анаэробный ил



## BXV Planctomyces

- Нет муреина, его роль выполняет белковый S-слой
- **ОЧЕНЬ** активно развитая система внешних мембран

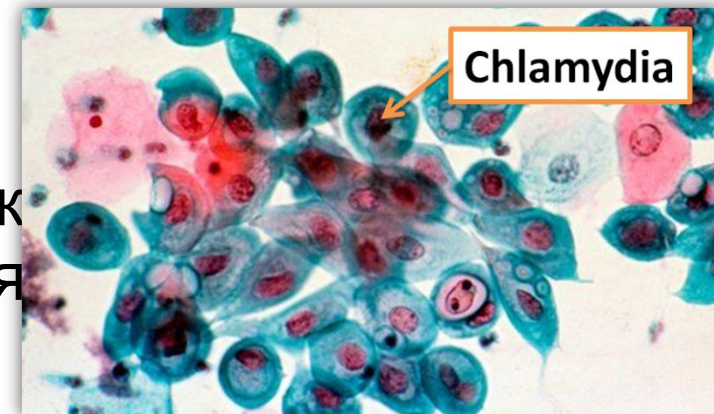


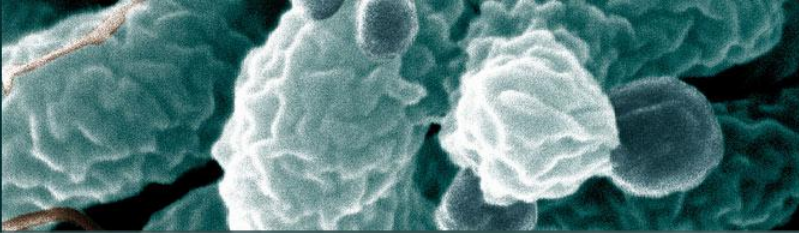




## BXVI Chlamydiae

- Один класс, один порядок, 4 семейства, 5 родов
- Грамотрицательные неподвижные очень мелкие бактерии
- Вместо муреина опять же белковый мешок
- Редуцированный геном
- Внутриклеточные паразиты клеток эукариот, размножаются в вакуолях





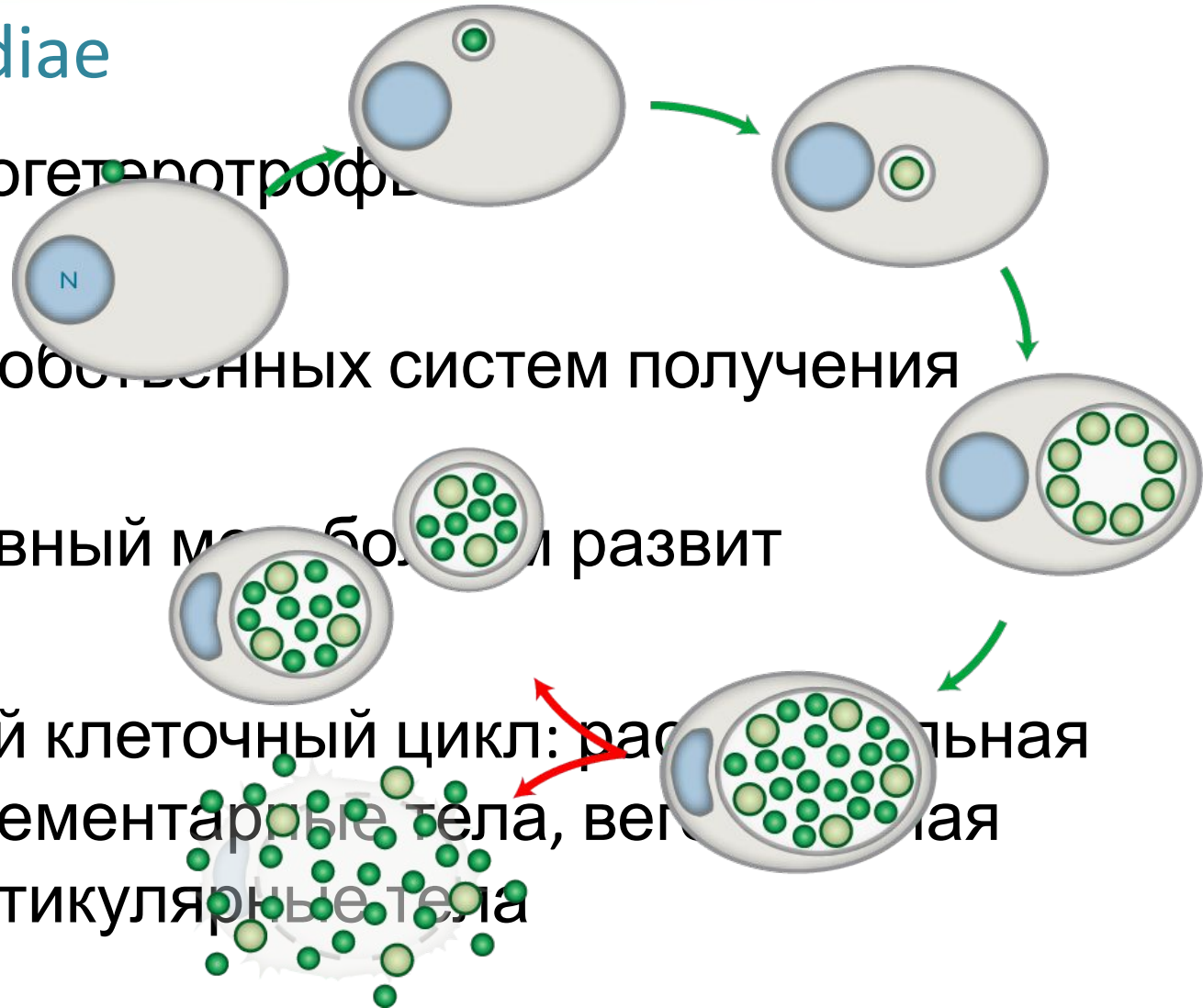
## BXVI Chlamydiae

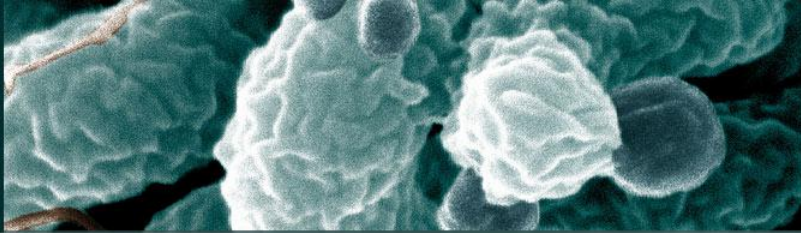
- Хемоорганогетеротрофы

- Не имеют собственных систем получения энергии

- Конструктивный метаболизм развит

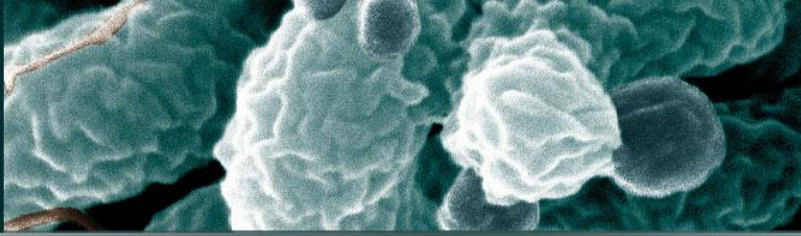
- Диморфный клеточный цикл: распадающаяся стадия – элементарные тела, вегетативная стадия – ретикулярные тела





## BXVII Spirochaetes

- Один класс, порядок, 3 семейства, 13 родов
- Грамотрицательные **извитые** одиночные бактерии
- Подвижные, имеют 2-100 жгутика, собранных в аксиальную нить
- Аэробы/анаэробы
- Мезофилы, нейтрофилы
- Непатогенная микробиота ила, морской и пресной воды
- Патогенная и нормальная микробиота животных



## BXVII Spirochaetes

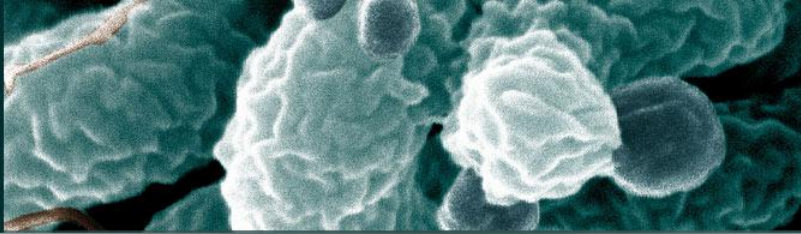
- Хемоорганогетеротрофы аэробные ( $O_2$ ) и анаэробные (гликолиз + брожения)



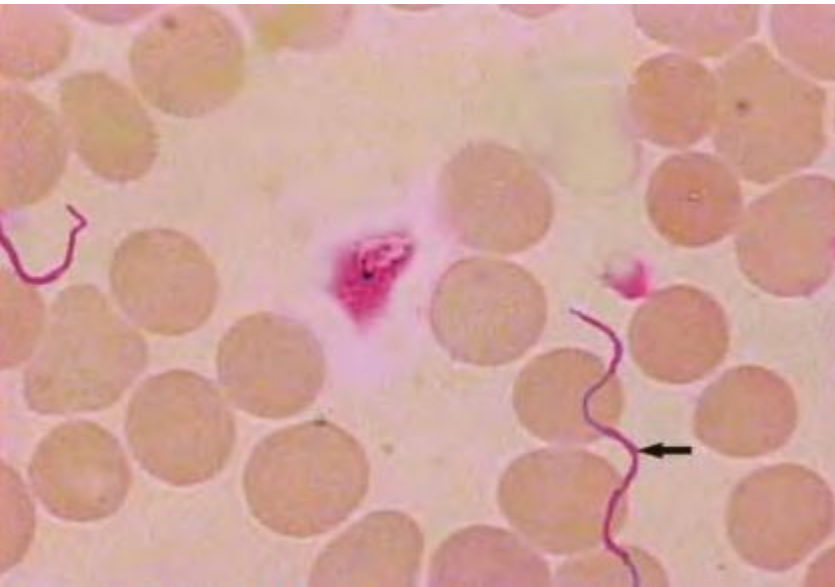
*Borrelia* и болезнь Лайма



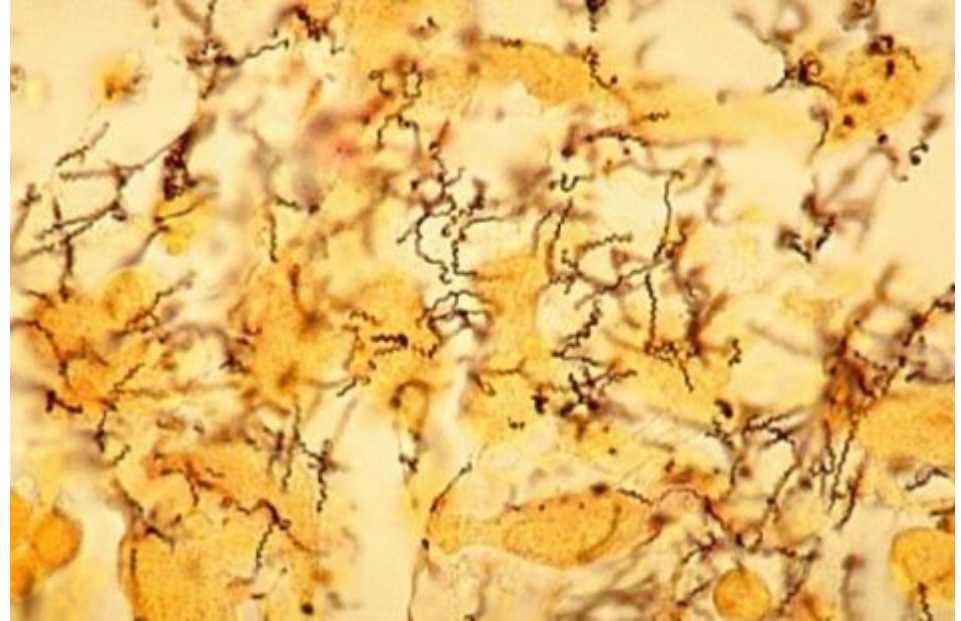




## BXVII Spirochaetes



*Borrelia recurrentis*, возвратный тиф



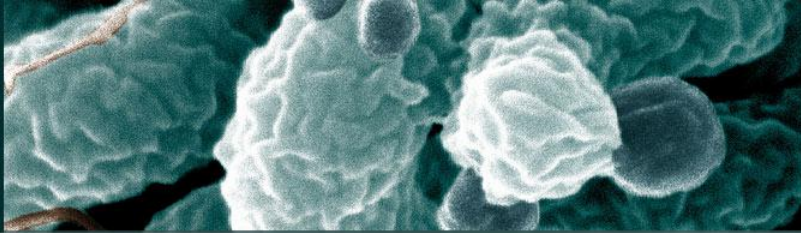
*Treponema pallidum*, сифилис



## BXVIII Fibrobacteres

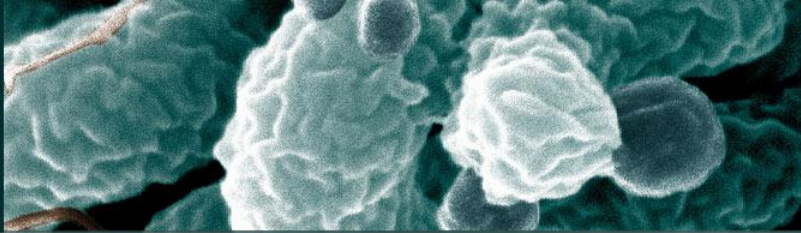
- Один класс, порядок, семейство и род
- Грамотрицательные кокки или короткие палочки
- Неподвижные/перитрихальные жгутики
- Анаэробы
- Мезофилы, нейтрофилы





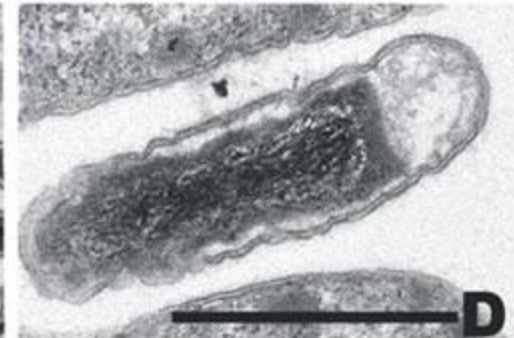
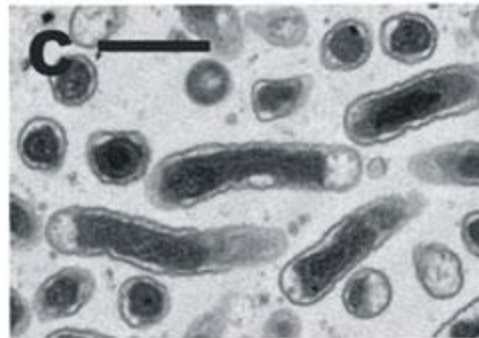
## BXVIII Fibrobacteres

- Хемоорганогетеротрофы
- **Разлагают целлюлозу до глюкозы**
- Глюкоза окисляется в гликолизе
  
- Пищеварительный тракт травоядных, где прикрепляются к стенкам растительных клеток



## VXIX Acidobacteria

- Один класс, порядок, семейство, 3 рода
- Грамотрицательные палочки, одиночные/в цепочках
- Облигатные аэробы или облигатные анаэробы
- Мезофилы, ацидофилы

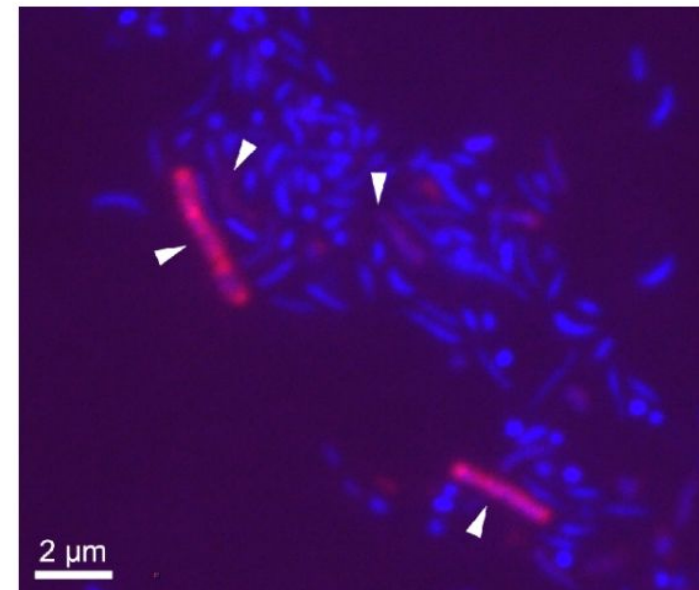


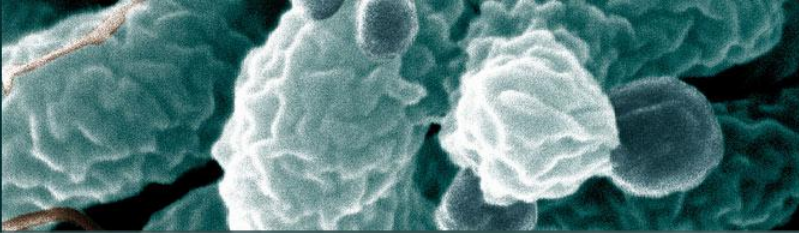




## BXIX Acidobacteria

- Хемоорганогетеротрофы
- Аэробное дыхание / анаэробное (железное) дыхание
- Брожения
- Космополиты



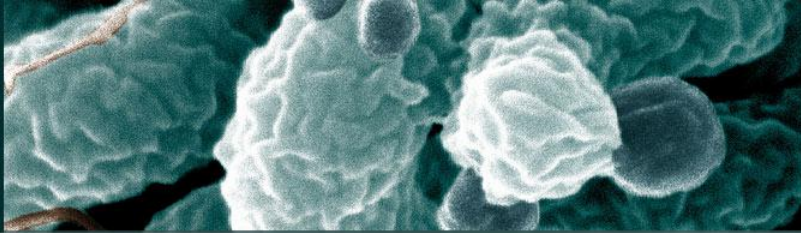


## BXXI Fusobacteria

- Один класс, порядок, семейство, 6 родов
- Грамотрицательные веретеновидные палочки (фузобациллы) ИЛИ коккобациллы; неподвижны
- Одиночные, в парах или цепочках
- Анаэробы
- Мезофилы, нейтрофилы

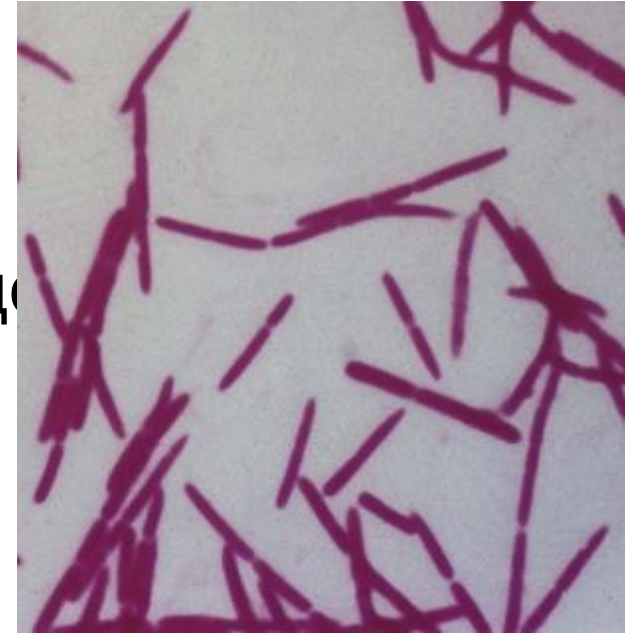


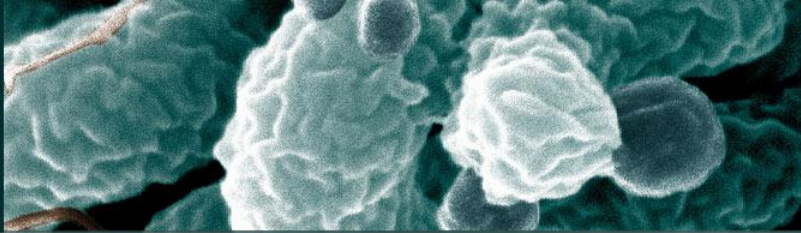
www.alamy.com - CRYFGY



## BXXI Fusobacteria

- Хемоорганогетеротрофы
- Неполное окисление глюкозы до органических кислот
- Нормальная и патогенная пищеварительного тракта приматов, кошачьих и парнокопытных

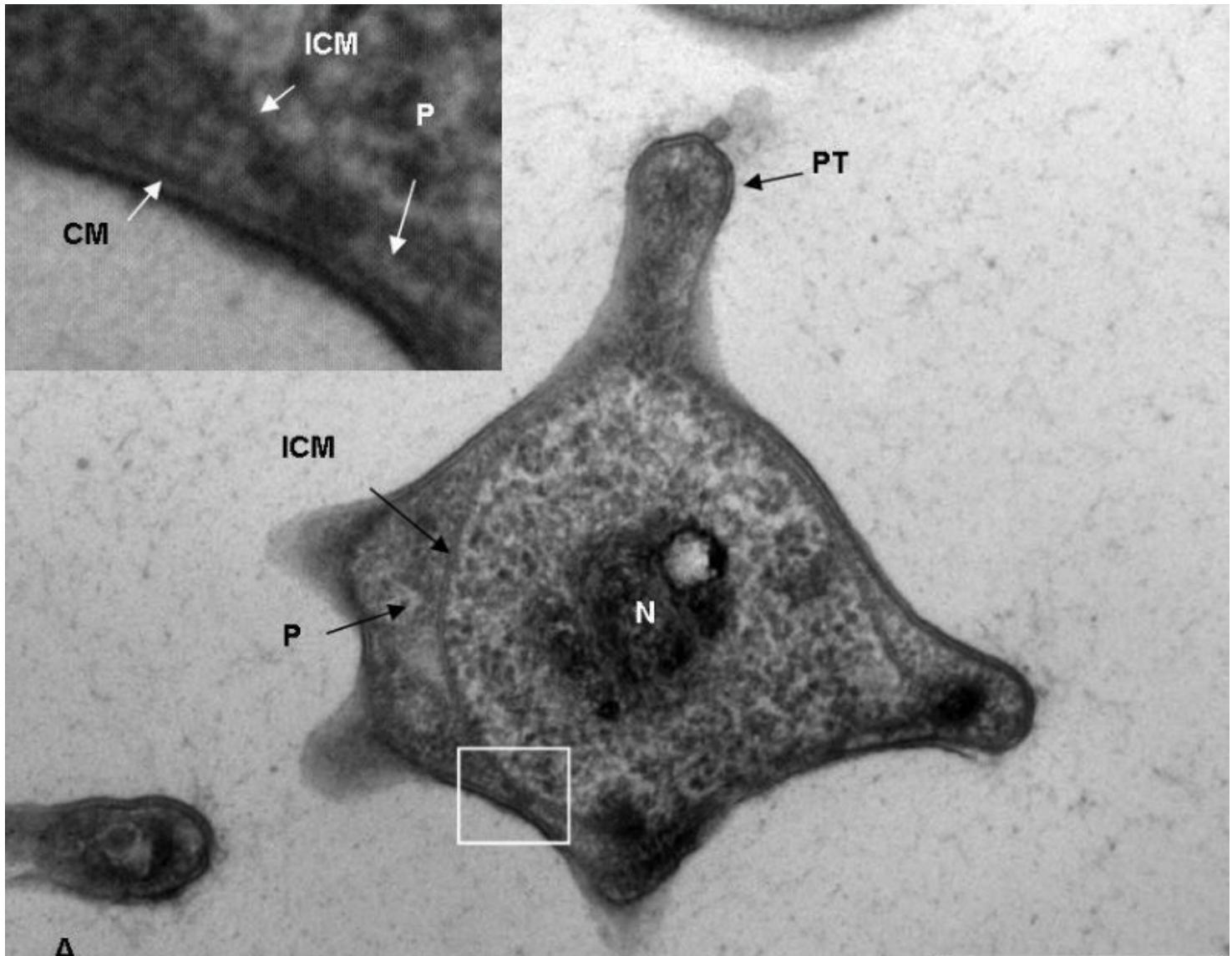
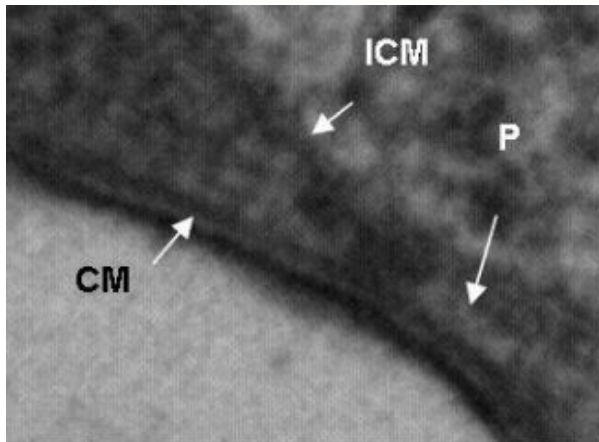
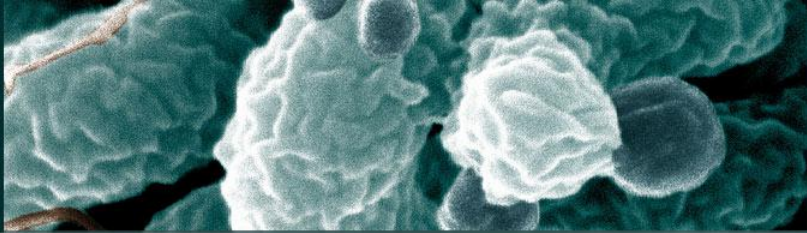




## VXXII Verrucomicrobia

- Один класс, порядок, семейство, 2 рода
- Грамотрицательные палочки или веретеновидные клетки
- Один род Prostecobacter имеет возможность формировать простеки – выросты цитоплазмы
- Другой род Verrucomicrobium также формирует выросты в виде «бородавок»
- Аэробы/анаэробы
- Мезофилы, легкие ацидофилы





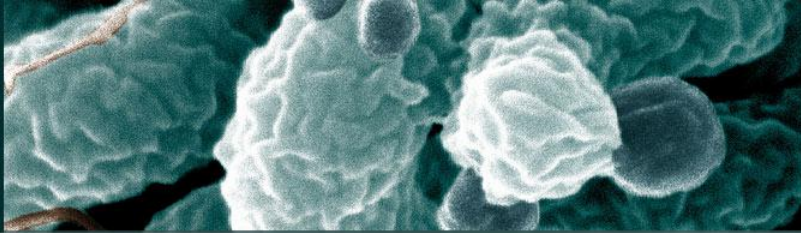
A.

500 nm



## VXXII Verrucomicrobia

- Хемоорганогетеротрофы
- Брожение различных сахаров
  
- Лесные почвы (до 10% почвенной микробиоты), пресноводные водоемы, пелагиаль, пищеварительный тракт человека



## VXXIII Dictyoglomi

- Один класс, порядок, семейство, род
- Грамотрицательные палочки/нити, неподвижные
- Анаэроб, термофил, нейтрофил
- При неблагоприятных условиях умеют собираться в агрегаты, объединенные общим S-слоем
- Хемоорганотрофы с гликолитическим брожением глюкозы
- Горячие источники Японии и Новой Зеландии