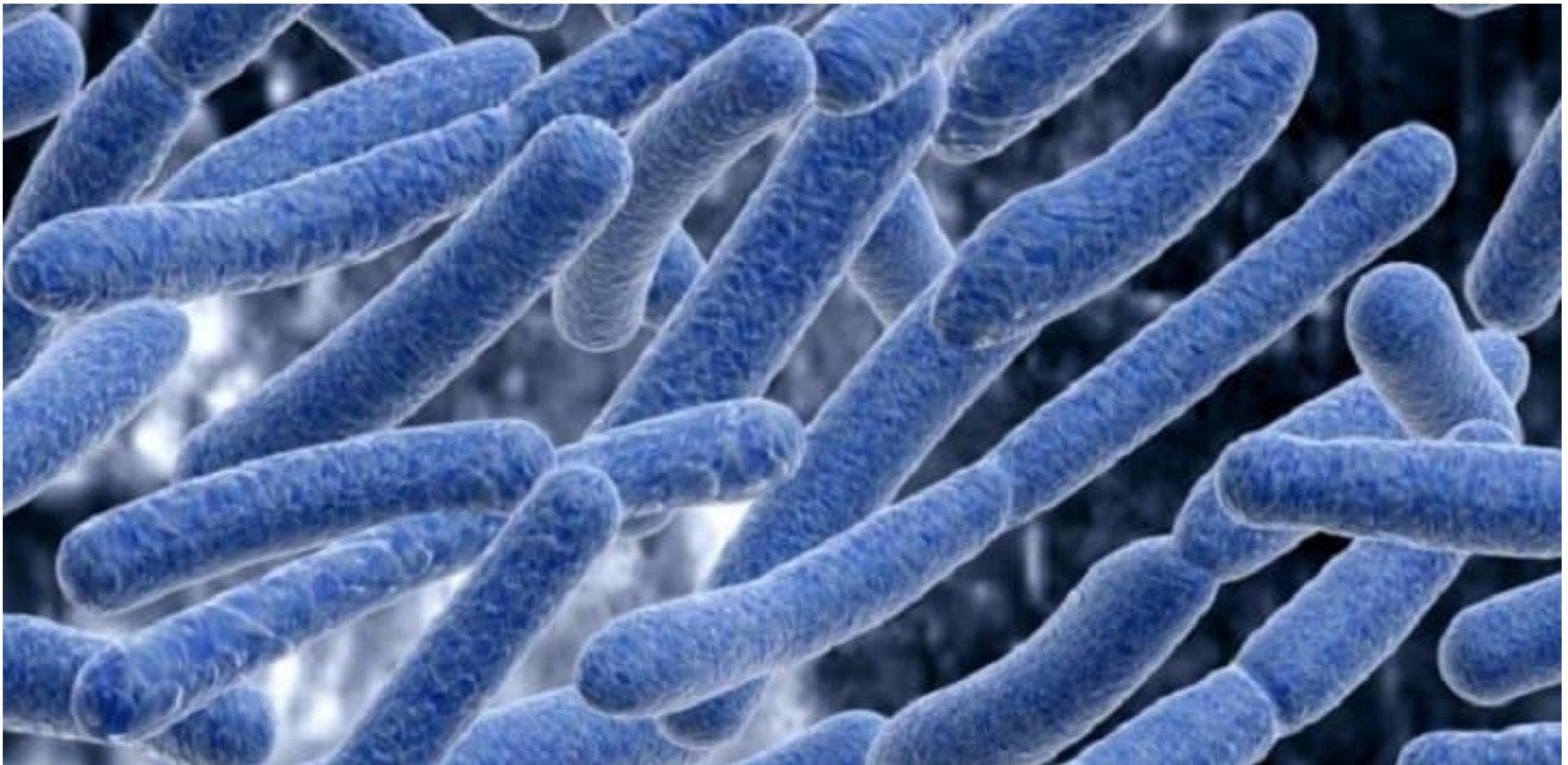


Метаногенные бактерии и азотфиксаторы

Работу выполнила
студентка
биологического
факультета
гр. ЭКП-1-18НМ
Морозова Надежда

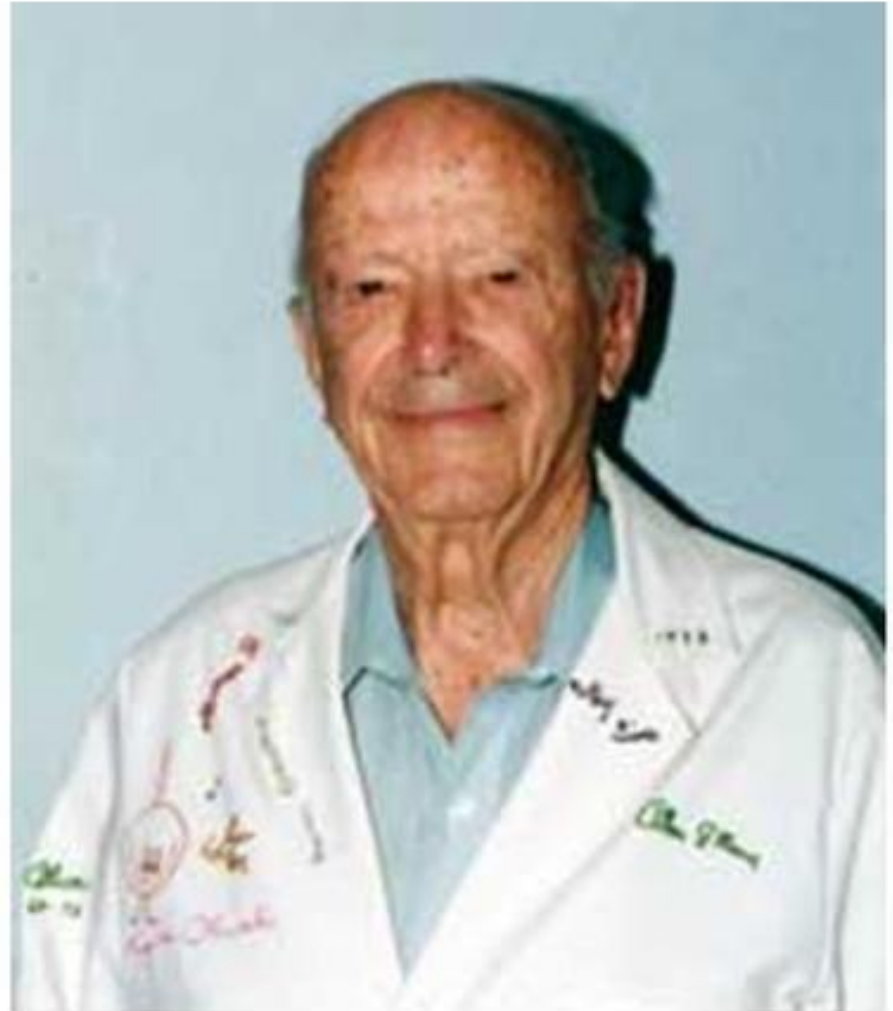
Метанобразующие бактерии – морфологически разнообразная группа прокариот, объединяемая двумя общими для всех её представителей признаками: строгим анаэробизмом и способностью образовывать метан.



Быстрый прогресс в изучении этой группы прокариот связан с использованием методов культивирования анаэробов, разработанных Р. Хангейтом.

Роберт Эдвард Хангейт
(1906-2004)

1950 - разработал методику работы с облигатно анаэробными микроорганизмами (“метод вращающихся пробирок”). Исследовал микробиоту рубца жвачных животных, взаимодействие микроорганизмов при ферментации целлюлозы.

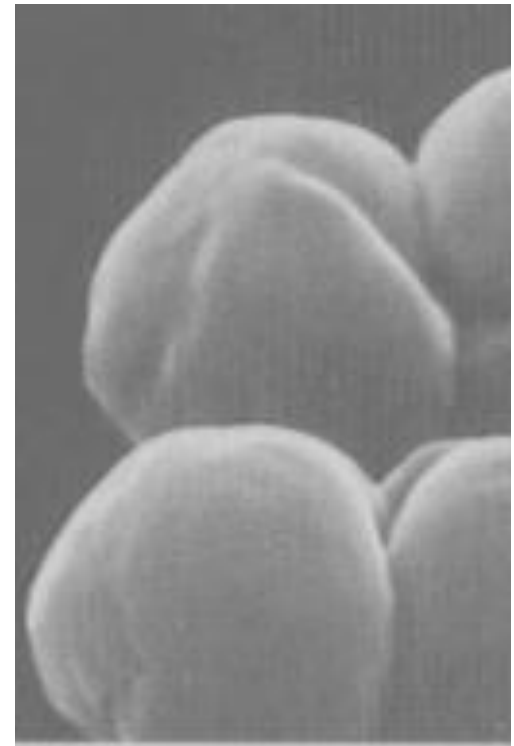
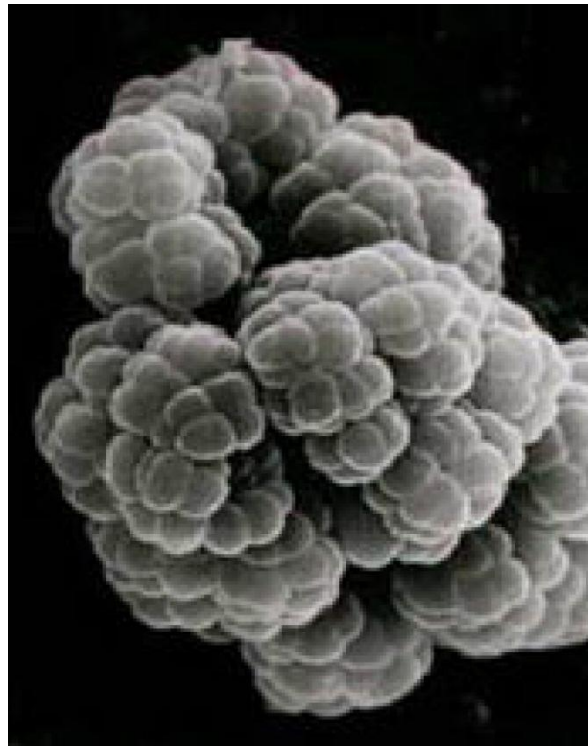
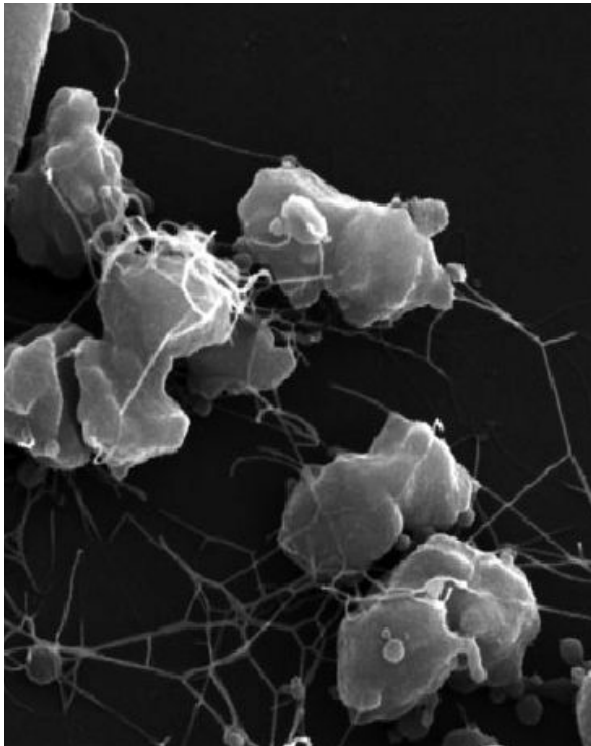


Methanobacteriales
Methanococcales
Methanopyrales

Methanopyrales является филогенетически самым древним, в то время как *Methanosarcinales* самым молодым.

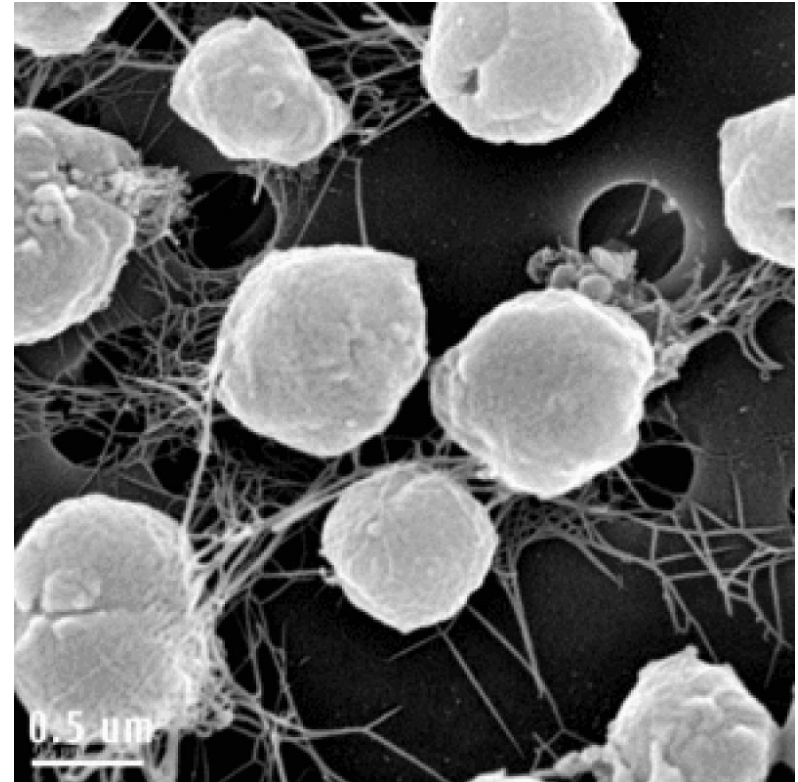
Представители:

- *Methanopyrus kandleri*
- *Methanosarcina acetivorans*
- *Methanosarcina barkeri*



Классификация

- представители первого рода имеют форму прямых или изогнутых палочек размером 307 мкм, которые образуют нити, большинство из них неподвижны;
- представители 2 рода имеют сферические клетки размером 0,5–10 мкм неправильной формы. Клетки могут быть одиночными, располагаться попарно или в виде скоплений. Есть неподвижные и подвижные формы;
- третий род – неподвижные бактерии, состоящие из крупных сферических клеток размером 1,5–2,5 мкм. Все метаногенные бактерии – облигатные анаэробы, чувствительные к окислительно-восстановительным реакциям среды. Оптимальное значение pH для них ограничено узким интервалом 6,8–7,5.

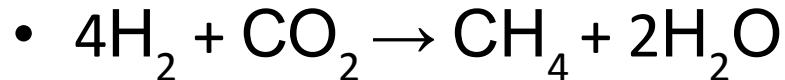


Особенности

- Клеточные стенки не содержат ни мурамовой кислоты, ни D – аминокислот. У этой группы прокариот описаны клеточные стенки трех типов:
 - состоящие из пептидогликана особого химического строения = псевдомуреин;
 - построенные из белковых глобул;
 - гетерополисахаридной природы.
- Механизм трансляции у них нечувствителен к антибиотикам, подавляющим синтез белка у других прокариот.
- Большинство метанобразующих бактерий имеет температурный оптимум для роста в области 35-40°C.
- Все известные представители этой группы – нейтрофилы с pH – 6,0-8,0.

Источник углерода

Метаногенные бактерии в основном получают энергию за счет окисления молекулярного водорода в процессах, сопряженных с восстановлением CO_2 :



Кроме H_2 и CO_2 , многие метаногенные бактерии могут использовать для получения энергии формиат, метанол, CO , ацетат, а также метилированные амины:

- $4\text{HCOOH} \rightarrow \text{CH}_4 + 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O};$
- $4\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 3\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O};$
- $4\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + 3\text{CO}_2;$
- $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2;$
- $4\text{CH}_3\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + 4\text{NH}_3.$

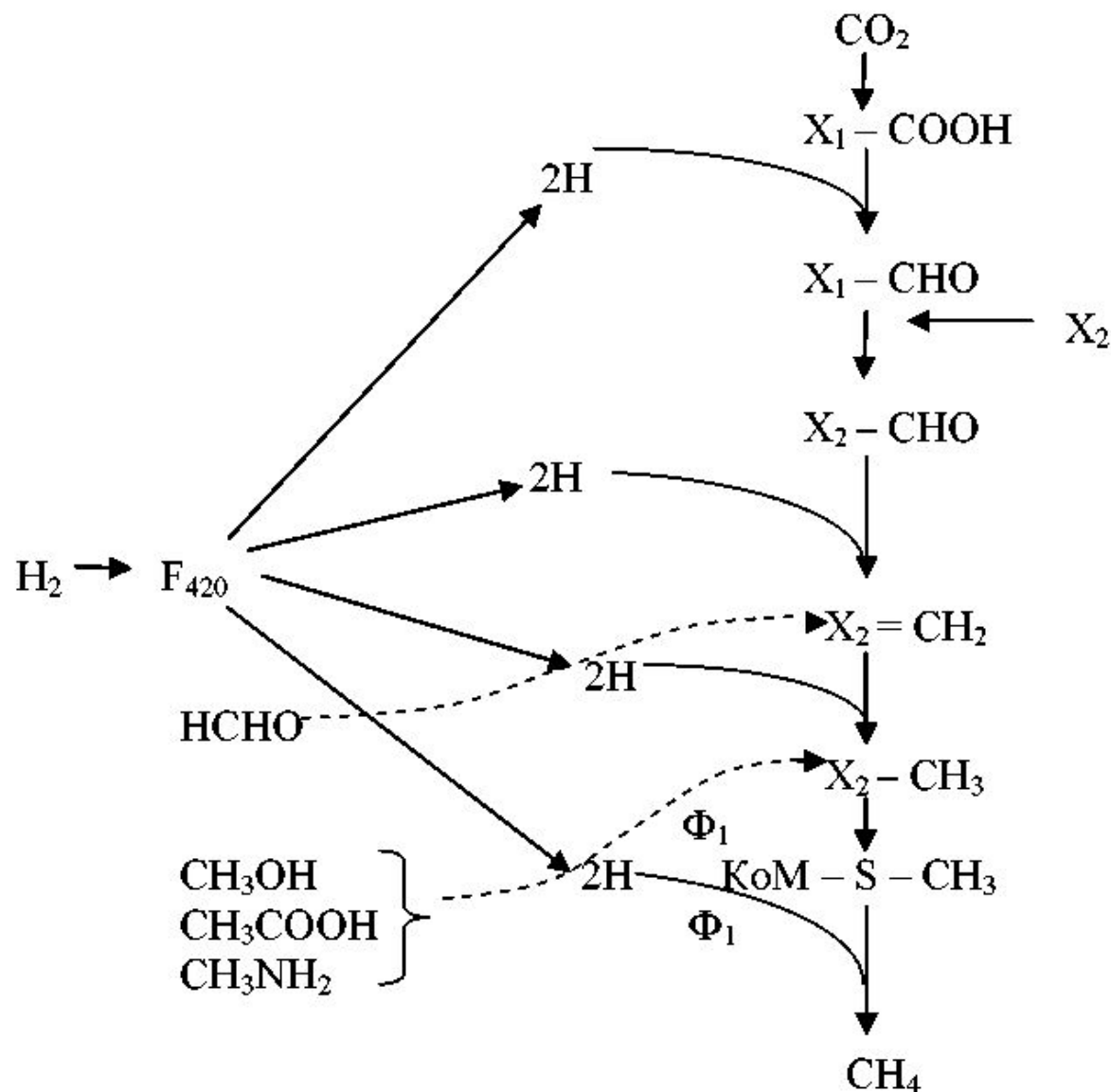


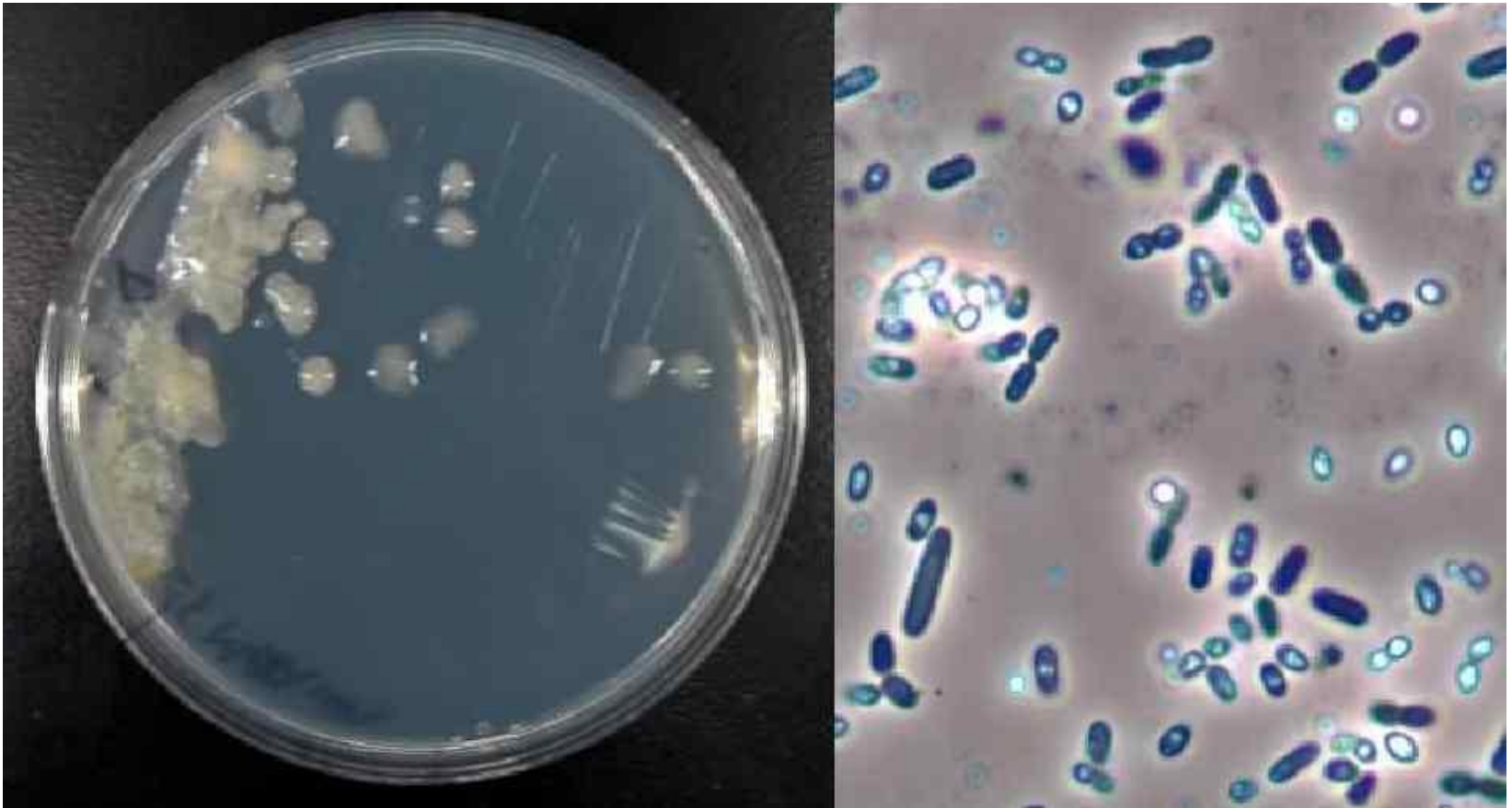
Рис. 43. Схема восстановления CO_2 до CH_4 метаногенными бактериями:
 $\text{X}_1\text{-COOH}$ – карбоксипроизводная; $\text{X}_1\text{-CHO}$ – формилпроизводная;
 $\text{X}_2=\text{CH}_2$ – метиленпроизводная; $\text{X}_2\text{-CH}_3$ – метилпроизводная; Φ_1 –
 метилредуктазная система; KoM-S-CH_3 – метилкофермент M

Экология и роль в природе

- Обычными местами обитания этих бактерий является анаэробная зона разных водоемов, богатых органическими соединениями (иловые отложения озер и рек, болота и заболоченные почвы, осадочные слои морей и океанов).
- Часто в природе существуют ассоциации между водородвыделяющими и метанобразующими бактериями. Примером могут служить бактериальные ассоциации, обитающие в рубце жвачных животных.
- Метанобразующие бактерии представляют определенный практический интерес как продуценты газообразного топлива – метана.
- Они участвуют в разложении органических веществ в отстойниках сточных вод при биологической очистке, в переработке экскрементов животных вместе с отбросами, содержащими целлюлозу, в навозных ямах.

Азотфиксаторы

Азотфиксирующие бактерии — (азотфиксаторы), **бактерии**, обладающие способностью усваивать молекулярный азот воздуха и переводить его в доступные для растений формы.



Классификация

Все азотфиксирующие бактерии по особенностям процессов жизнедеятельности можно объединить в две группы.

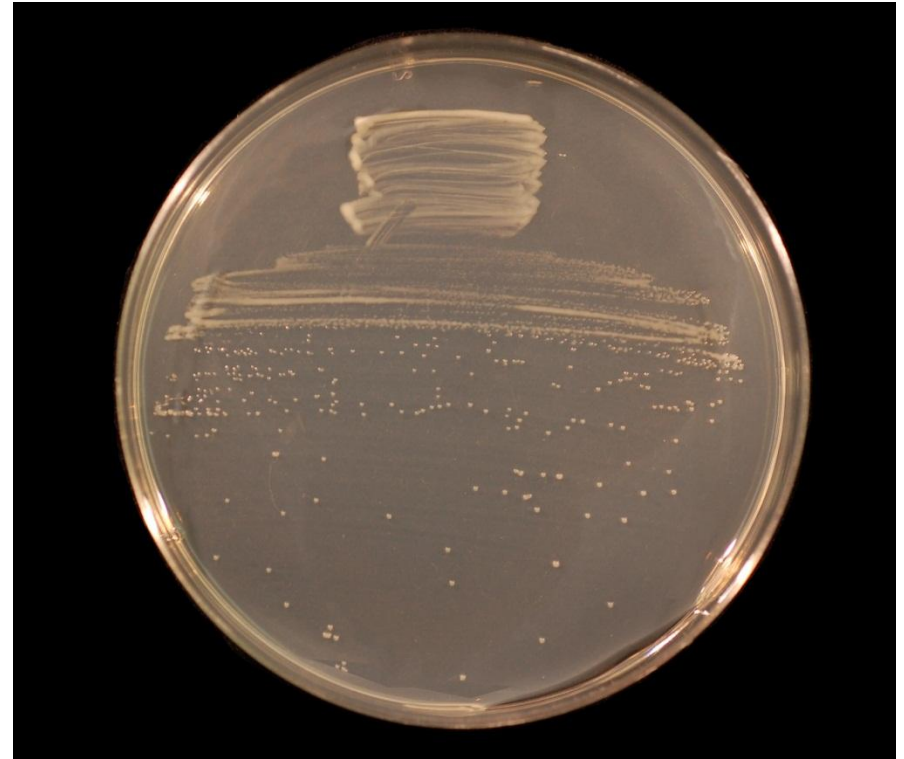
- нитрификаторы
- денитрификаторы

Существуют две группы азотфиксирующих микроорганизмов:

- клубеньковые бактерии
- свободноживущие микроорганизмы

Симбиотические азотфиксирующие микроорганизмы

Наиболее значимые относятся к
родам *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*.

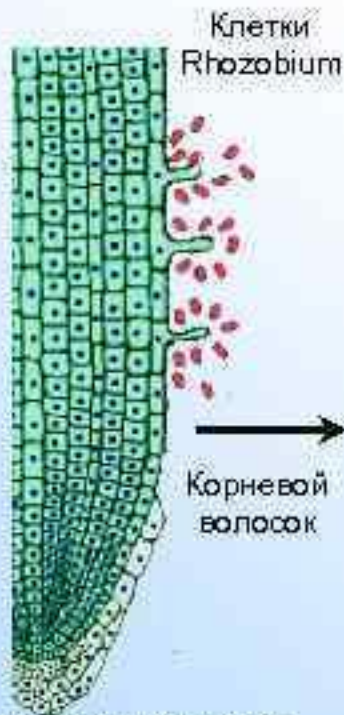
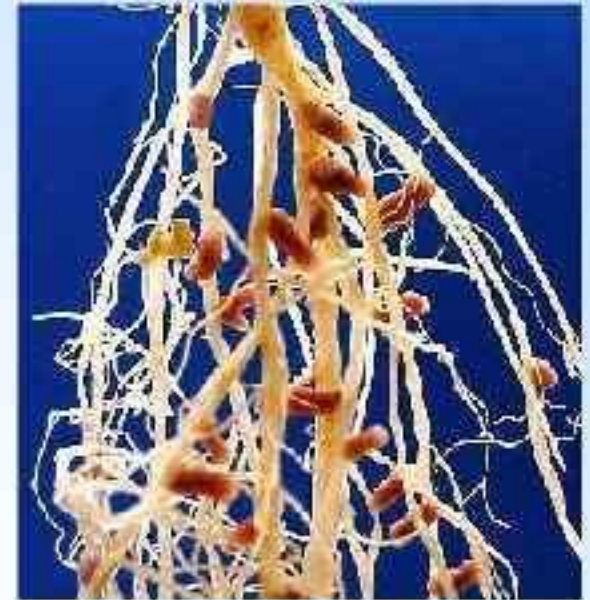


Клубеньковые бактерии

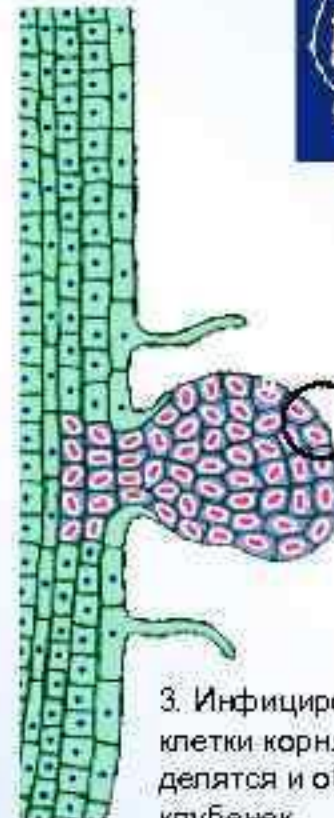
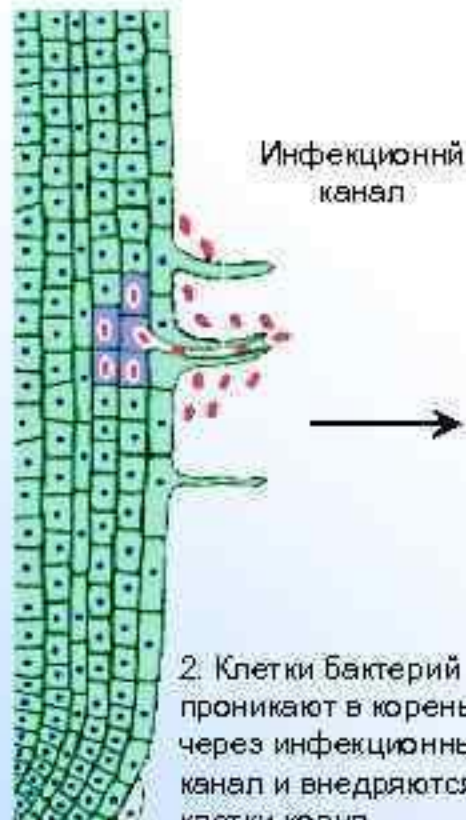


Клетка *Rhizobium* в почве

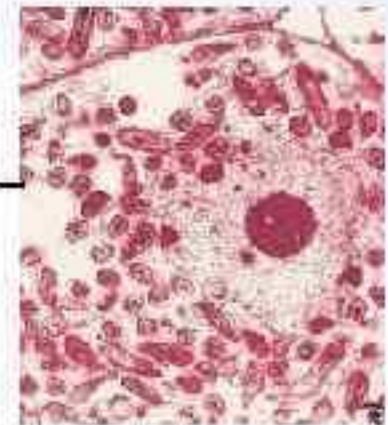
Формируют клубеньки на корнях бобовых растений, в которых происходит симбиотическая азотфиксация.



1. Бактерии «узнают» растение и начинают активно размножаться в районе корневых волосков



3. Инфицированные клетки корня интенсивно делятся и образуют клубенек.



Бактероиды в клетках клубенька

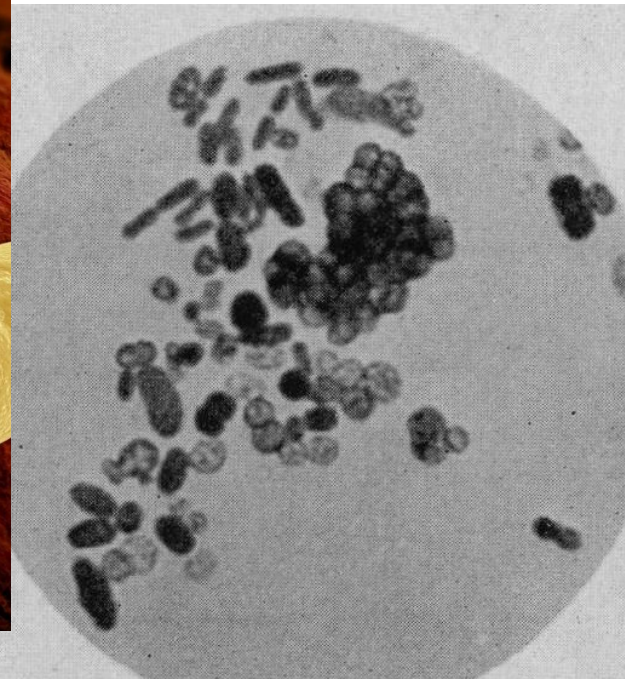
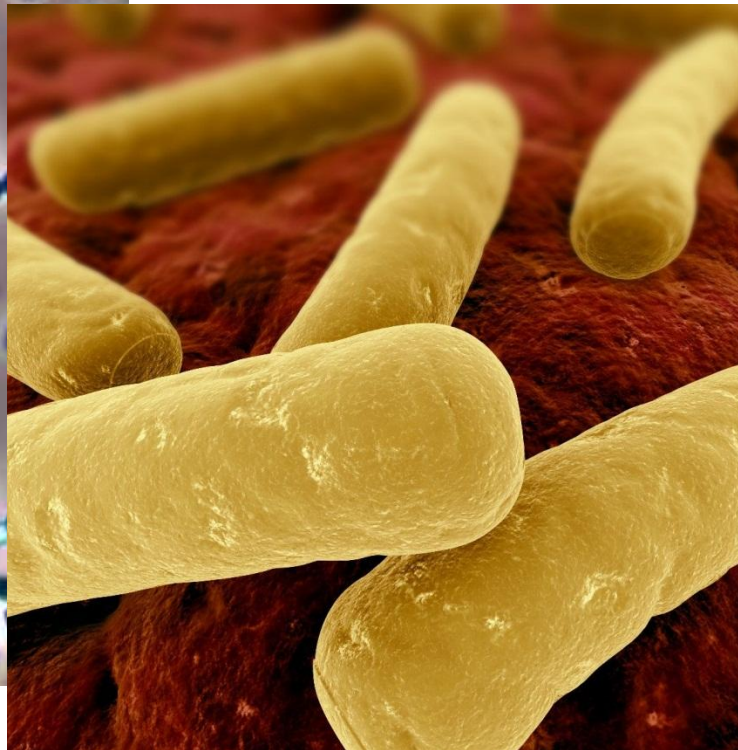
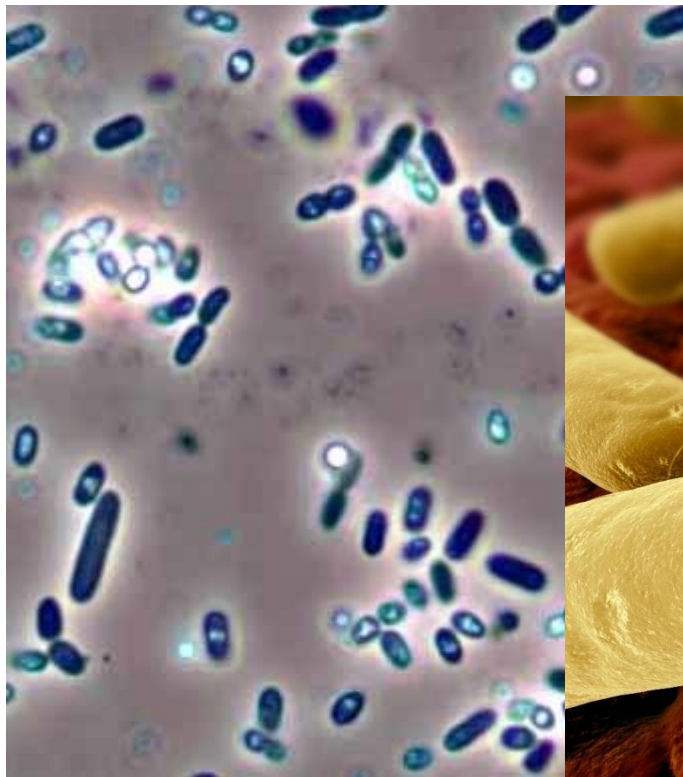
Актиномицеты из рода *Frankia*



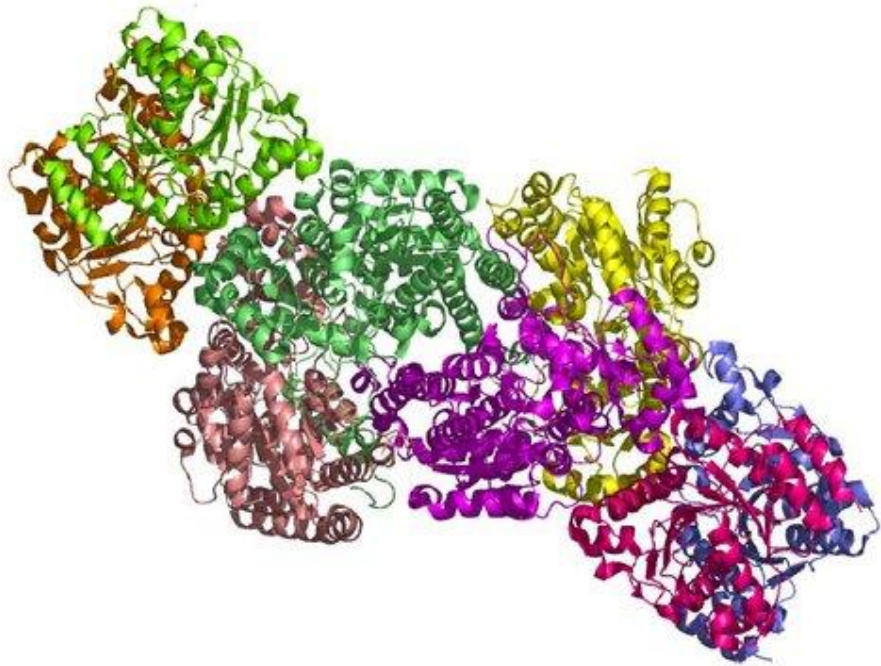
Frankia на корнях *Ceanothus*

Свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы.

бактерии рода *Azotobacter*, *Clostridium*,
Beijerinckia



Нитрогеназа - **мультиферментный комплекс**



Состоит из двух компонентов:
MoFe-белок и Fe-белок.

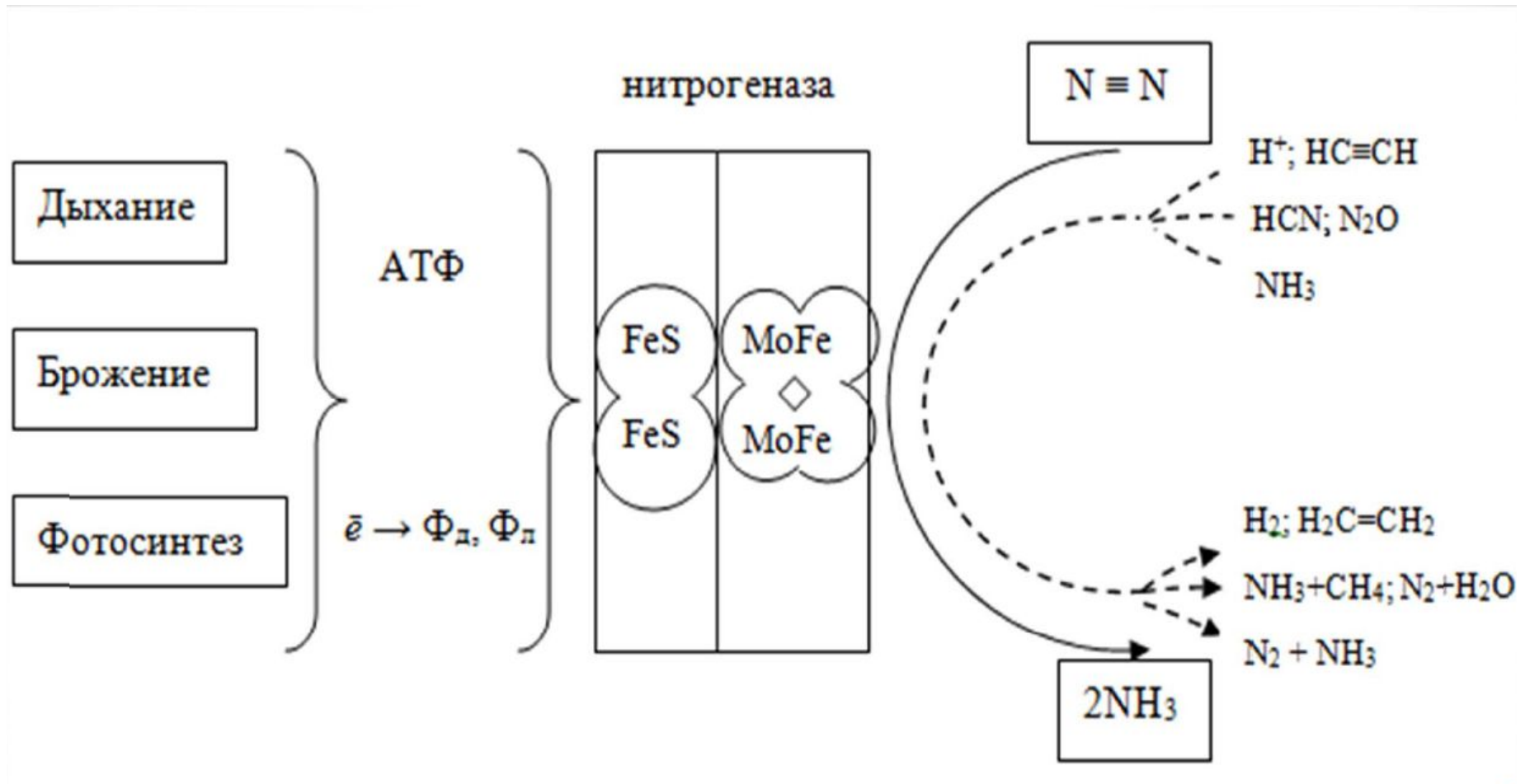
MoFe-белок (200-250 КДа)
содержит Mo, Fe, S.

Осуществляет связывание и
восстановление азота.

Fe-белок (50-70 КДа) содержит
Fe и S (Fe_4S_4). Участвует в
транспорте электронов от
доноров (ферредоксин) на
MoFe-белок.

**Нитрогеназа – фермент с низкой субстратной специфичностью,
восстанавливает другие соединения с тройной связью:
цианиды, ацетилен, азиды и др.**

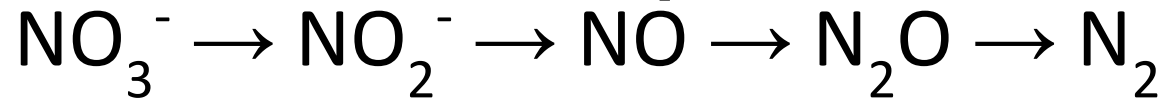
Общая схема фиксации азота



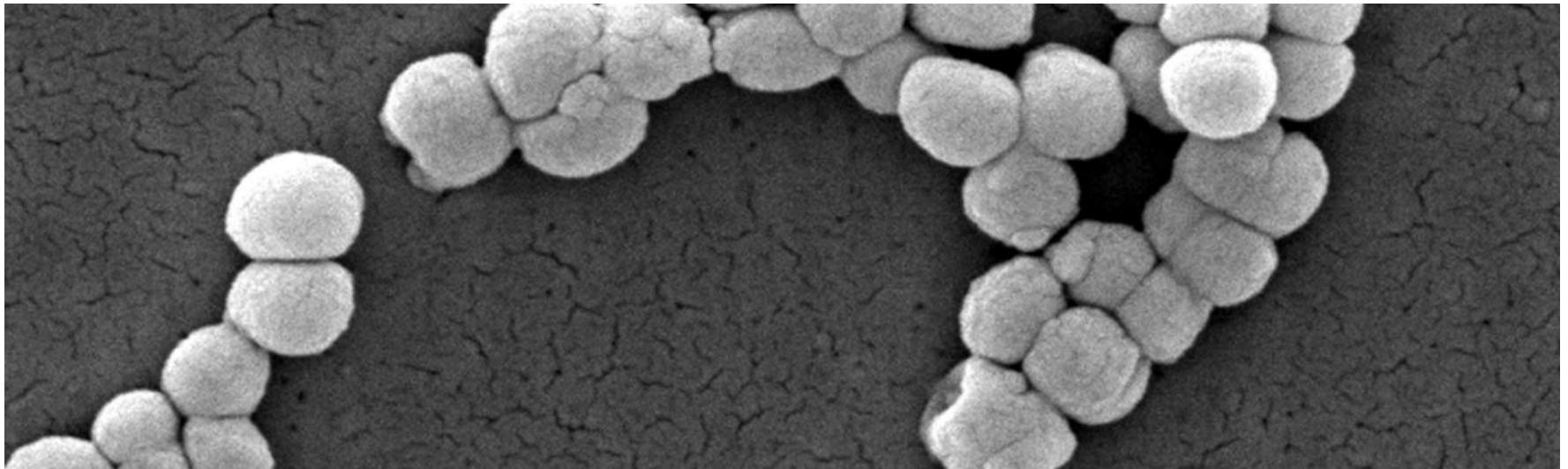
- Первое научное объяснение способности бобовых растений накапливать азот принадлежит французскому агрохимику Дж. Буссенго (1838).
- В 1893 г. русским микробиологом С. Н. Виноградским была выделена анаэробная азотфиксирующая бактерия *Clostridium Pasteurianum*.
- В 1901 г. голландский ученый М. Бейеринк выделил две аэробные азотфиксирующие бактерии — *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter agile*.



Денитрифицирующие бактерии



Процесс восстановления нитрит- и нитрат анионов до какой-либо из газообразных форм азота получил название **денитрификации.**



Особенности

- К денитрификации способны только прокариоты.
- Большинство денитрификаторов – хемоорганотрофы.
- Все денитрифицирующие бактерии – факультативные анаэробы, переключающиеся на денитрификацию только в отсутствие
- В наибольшей степени способность к денитрификации распространена у бактерий из родов *Bacillus* и *Pseudomonas*

- Денитрифицирующие бактерии в природе – обитатели пресных и морских водоемов, почв разного типа.
- Денитрификация служит источником атмосферного азота, являясь необходимым звеном в круговороте азота в природе.
- НО имеет отрицательное значение, т.к. приводит к обеднению почв азотом.

