

Микроорганизмы- азотфиксаторы **SCIENCE!**



Подготовила: Дружинина Алина

Азотфиксатор ы

```
graph TD; A[Азотфиксаторы] --> B[симбиотические]; A --> C[свободноживущие]; A --> D[ассоциативные];
```

симбиотические

ассоциативные

свободноживущие

Симбиотические азотфиксаторы

Морфология и физиология

- разнообразие форм — полиморфность
- Для быстрорастущих клубеньковых бактерий характерно перитрихиальное расположение жгутиков, для медленнорастущих — монотрихиальное
- При старении клубеньковые бактерии теряют подвижность и переходят в состояние так называемых опоясанных палочек. Такое название они получили вследствие чередования в клетках плотных и неплотных участков протоплазмы.

- род *Rhizobium*



<http://agrotekno11.blogspot.ru/2012/05/plant-growth-promoting-microorganisms.html>

- рода *Bradyrhizobium*



http://vietsciences.com.vn/doi/10.1007/978-96-00-00000-0_10
<http://cachhomviknong.com.vn/>

- род *Azorhizobium*

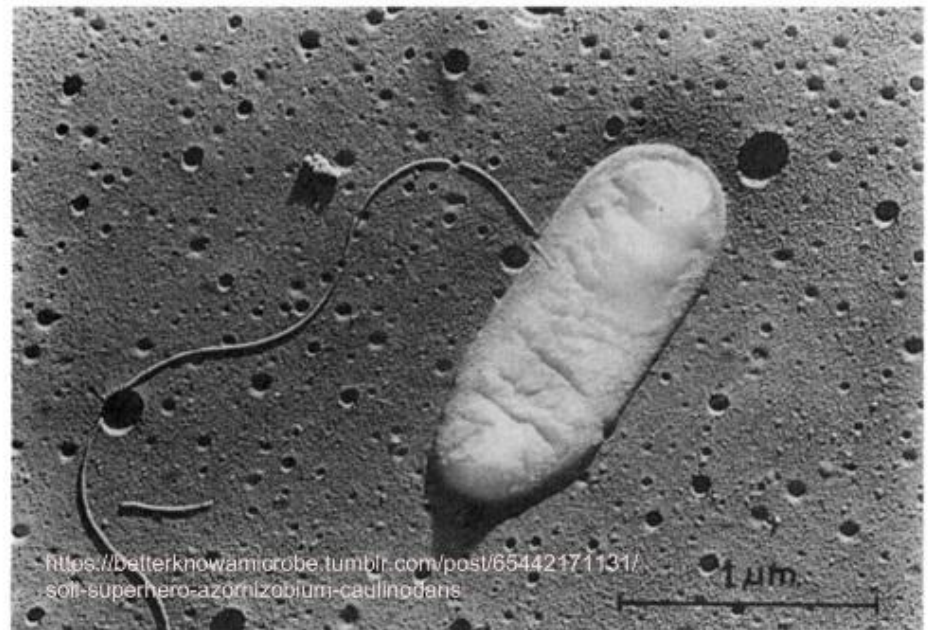
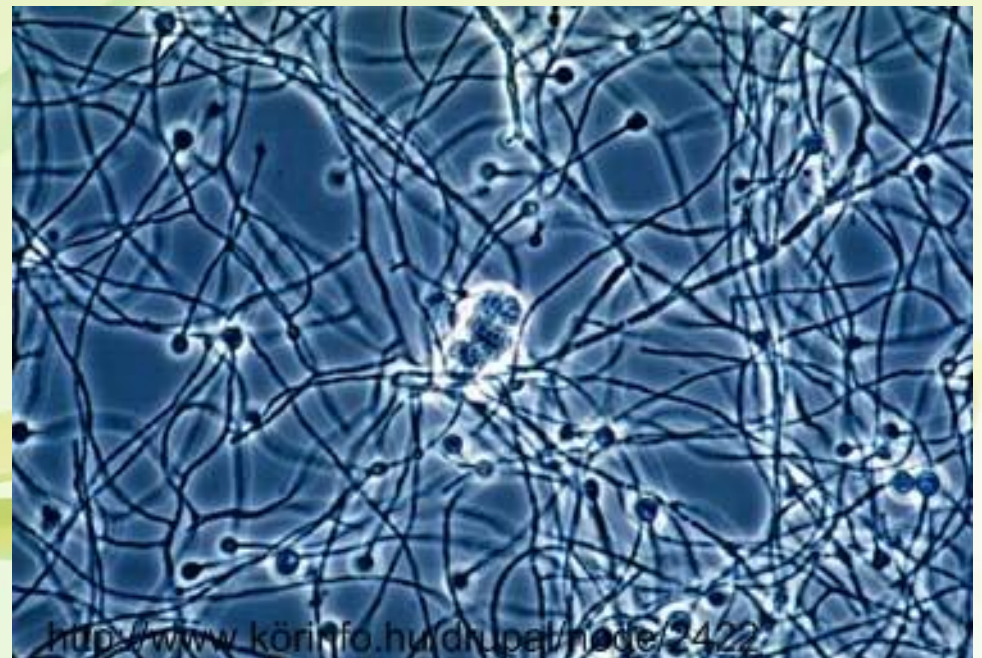
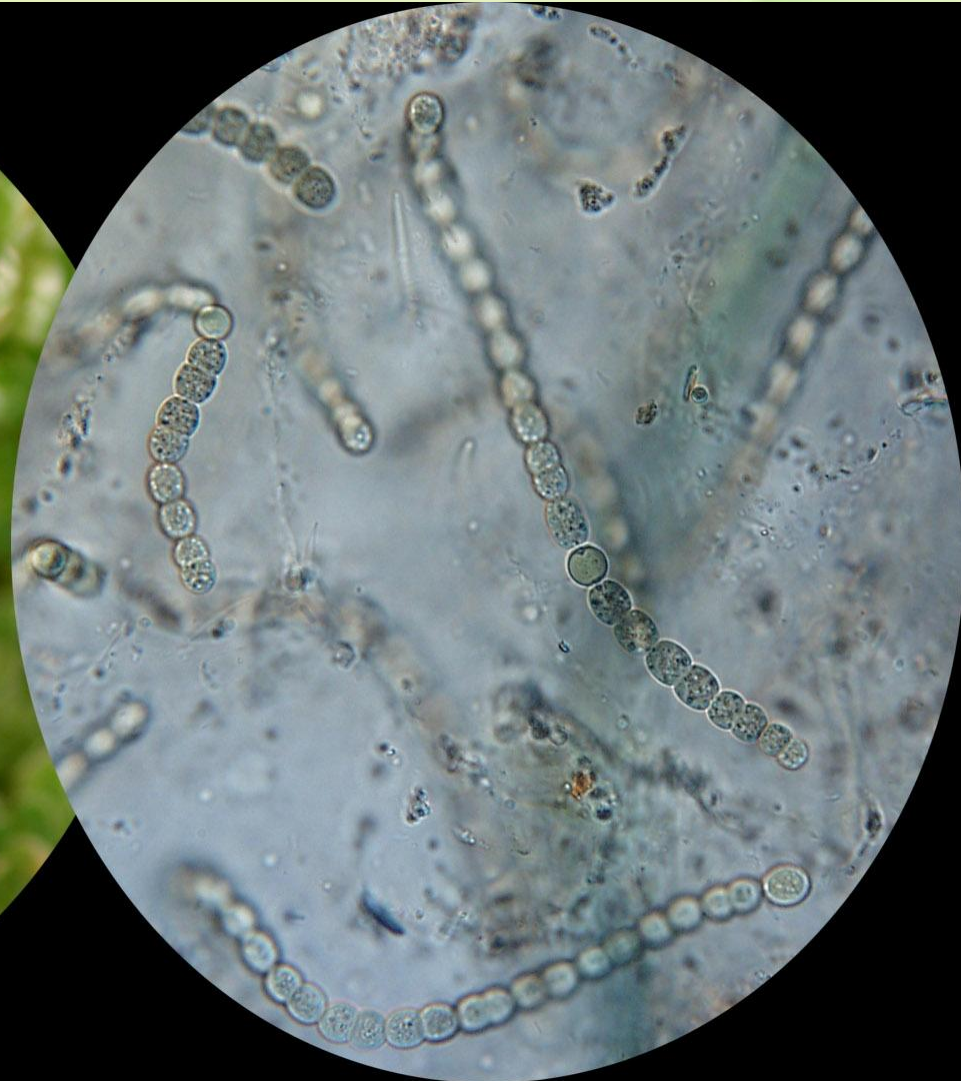


FIG. 3. Electron micrograph of negatively stained *Azorhizobium caulinodans* ORS 571^T grown in liquid medium.

- Род *Frankia*



- *Anabaena azollae*



- Род *Nostoc*



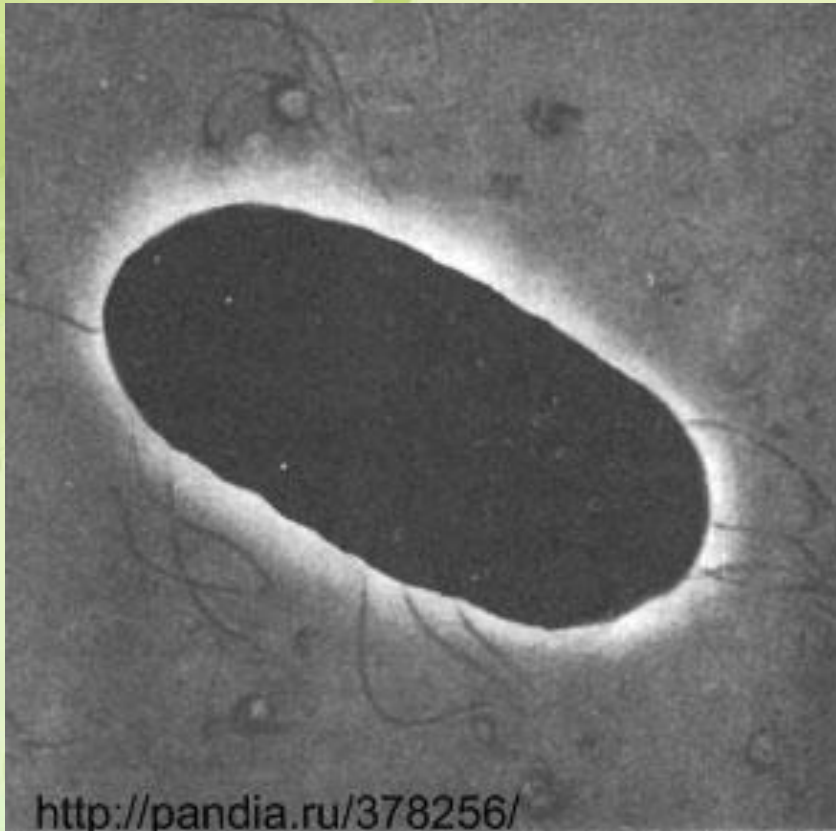
- Клубеньки на корнях сои.



Эффективность симбиотических систем «растение — микроорганизм» определяется:

- **азотфиксирующей активностью** — скорость восстановления N_2 в NH_3
- **симбиотической эффективностью** — способность растений интенсивно **развиваться, используя** симбиотрофное питание азотом
- **Вирулентностью**
- Совместимостью метаболических систем партнеров

- **Вирулентность** клубеньковых бактерий — это способность проникать в корень бобового растения через корневые волоски и посредством сложных морфофизиологических изменений приводить к образованию клубеньков

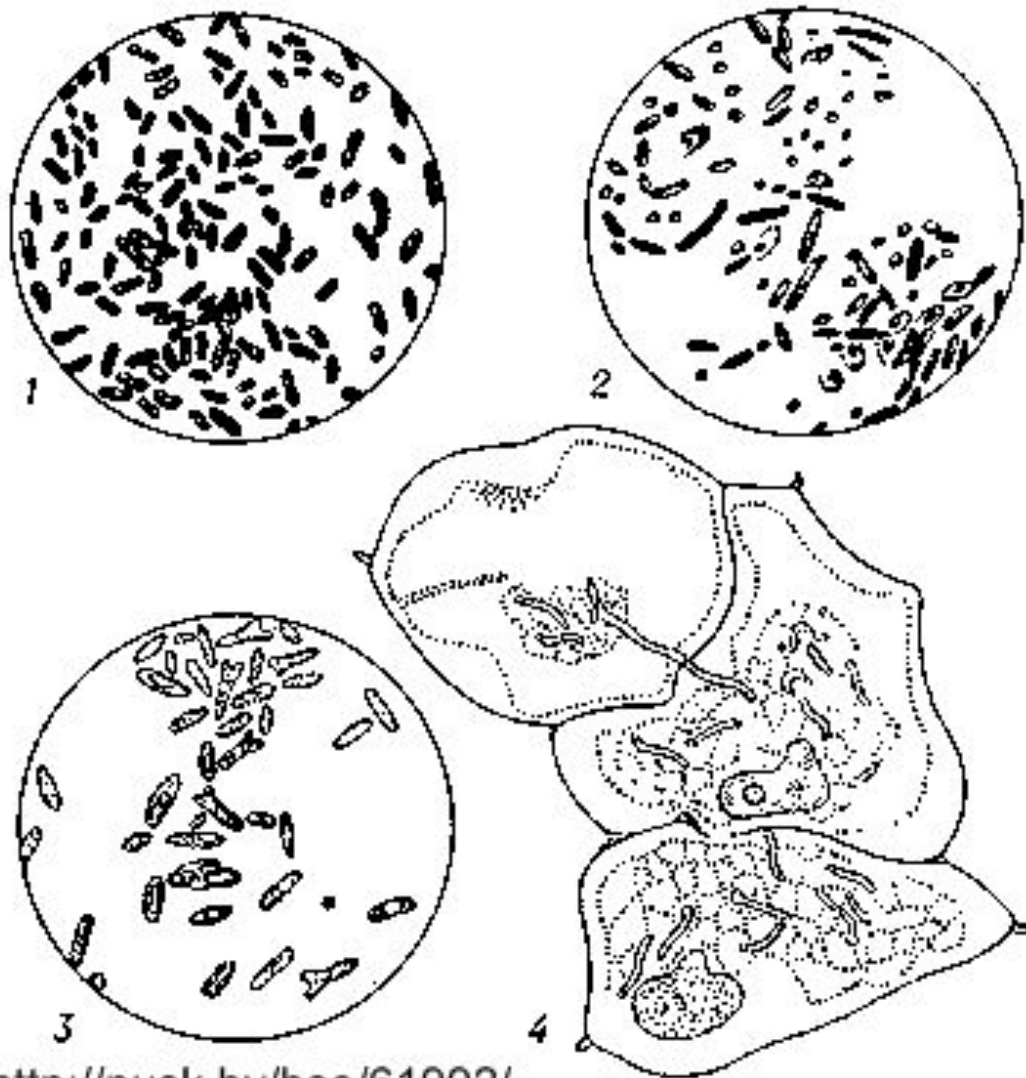


- **туморогенная активность** - способность образовывать опухоли на корнях

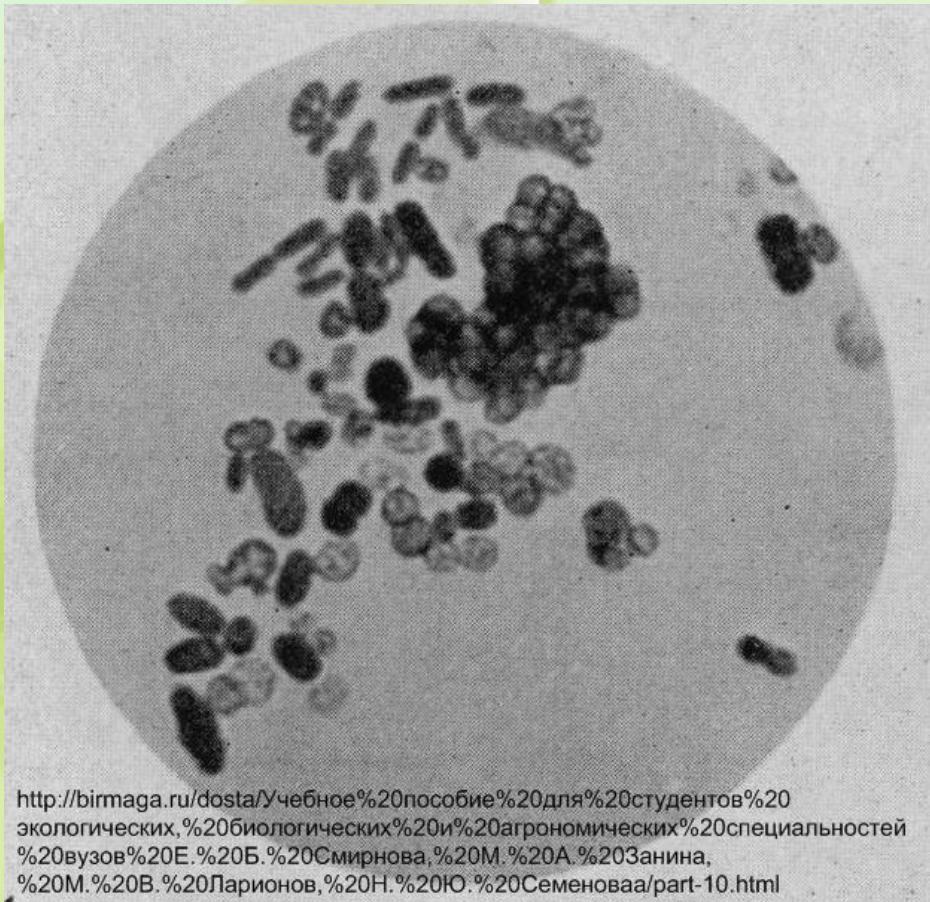
Клубеньковая бактерия из клубенька гороха (электронно-микроскопический снимок)



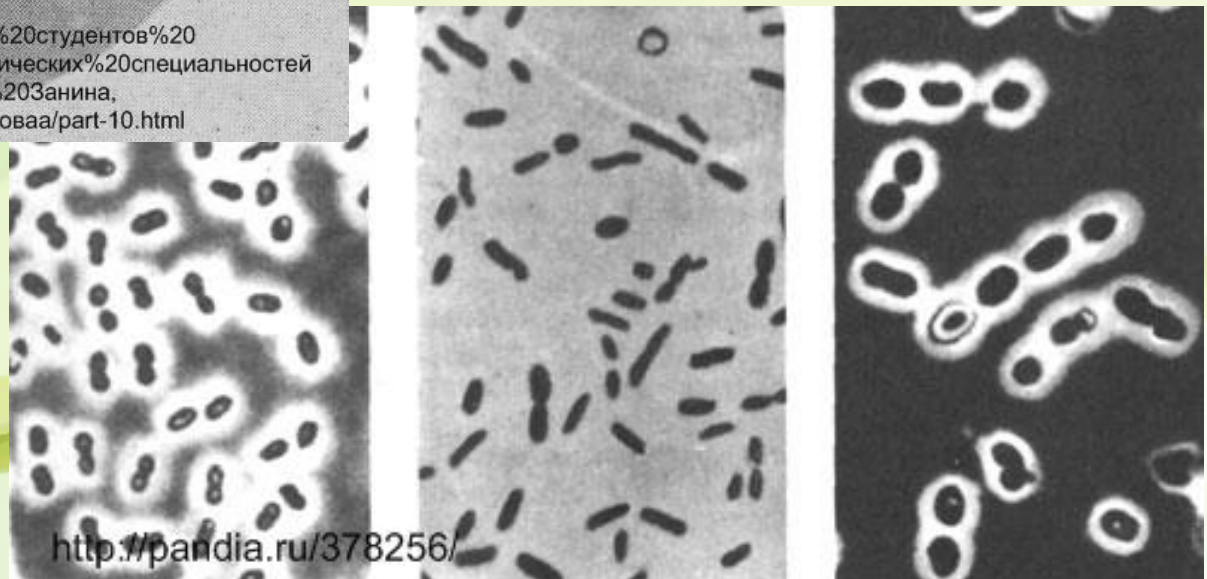
Свободноживущие азотфиксаторы

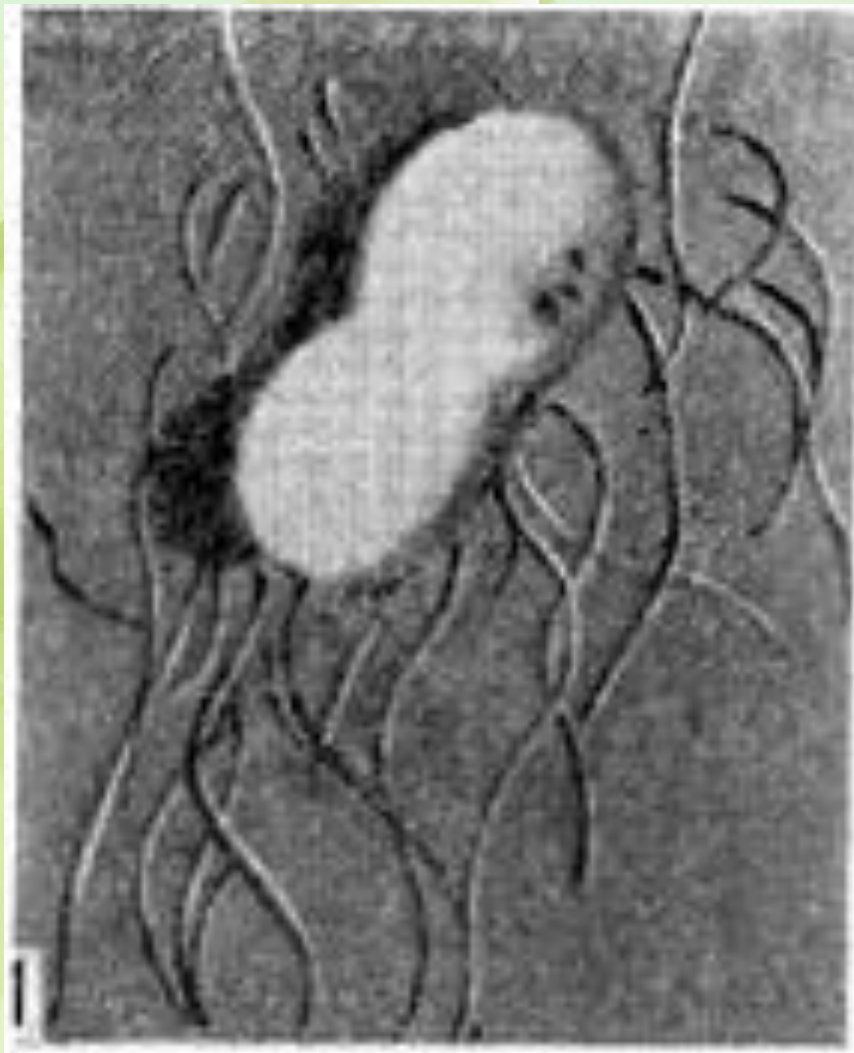


- 1 — *Azotobacter vinelandii*;
- 2 — *Clostridium pasteurianum*;
- 3 — *Rhizobium meliloti*; (4 — клубеньковые бактерии в клетках корня ольхи.)



- Рис.. *Azotobacter vinelandii*.
- клетки различных видов азотобактера





<http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z00000000/st013.shtml>

- Делящиеся клетки азотобактера (*A. agilis*), видны перитрихальные жгутики, у *A. macrocytogenes* видны полярные жгутики

Ассоциативные азотфиксаторы

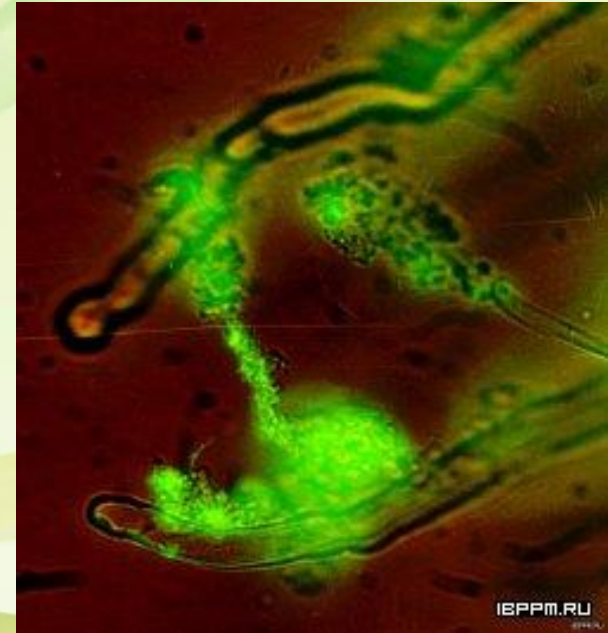
Обитают в:

- ризоплане (на поверхности корней),
- ризосфере (в почве, окружающей корни)
- филлосфере (на листьях, стеблях)

растений, т. е. живущие в ассоциации с высшими растениями.



Pseudomonas fluorescens



заселение корневых волосков пшеницы
азоспириллами

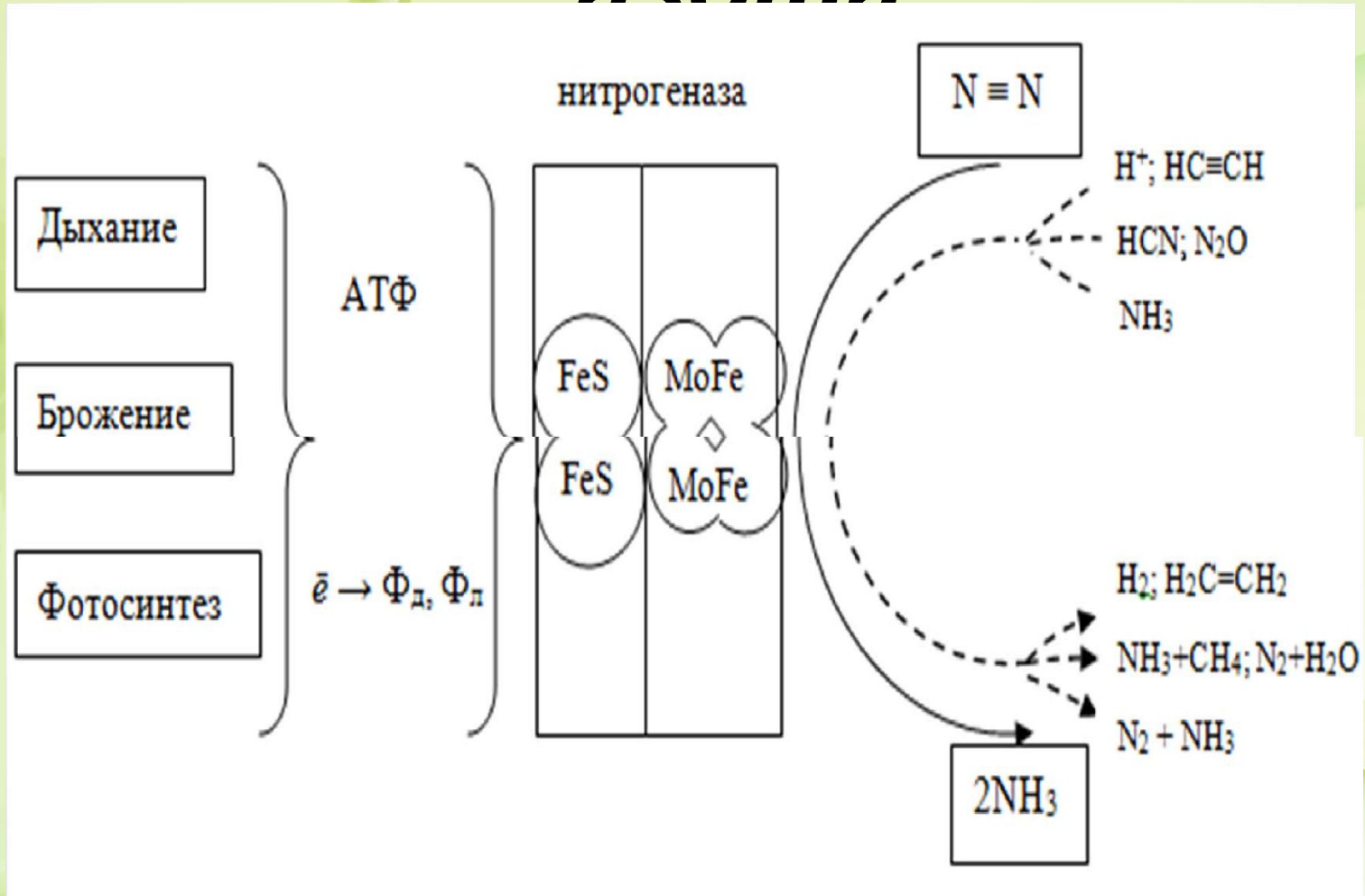
- *Pantoea agglomerans*

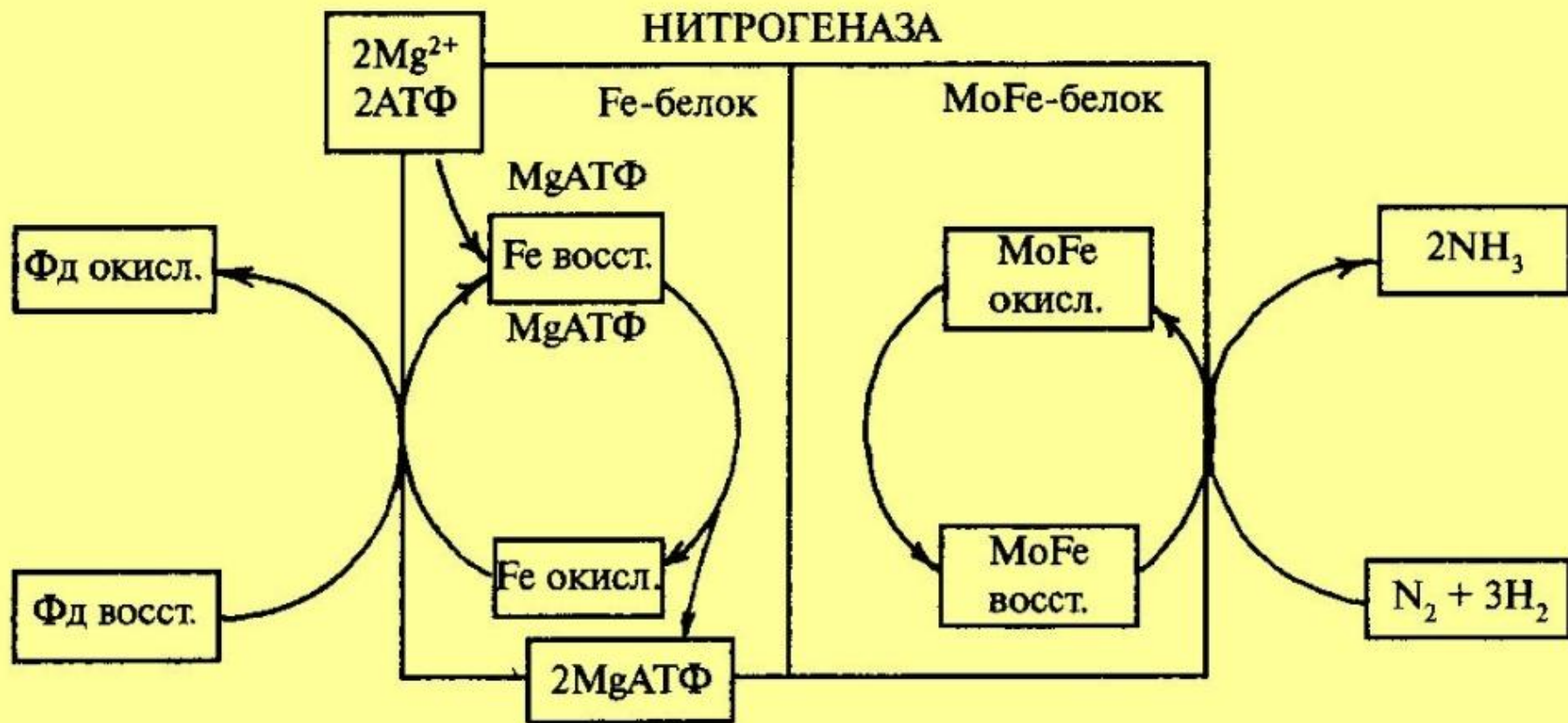


Биохимия азотфиксации

- Реакцию восстановления молекулярного азота до аммиака катализирует фермент ***нитрогеназа***.
- Фермент высокочувствителен к молекулярному кислороду – он инактивируется на воздухе и в аэробных условиях его синтез прекращается. Таким образом, **фиксация азота представляет собой строго анаэробный процесс**.
- Чувствительность нитрогеназы к O_2 не затрудняет осуществление азотфиксации у строгих анаэробов, но является лимитирующим фактором в случае аэробов и факультативных анаэробов.

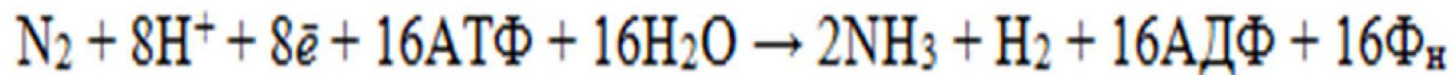
Общая схема фиксации азота



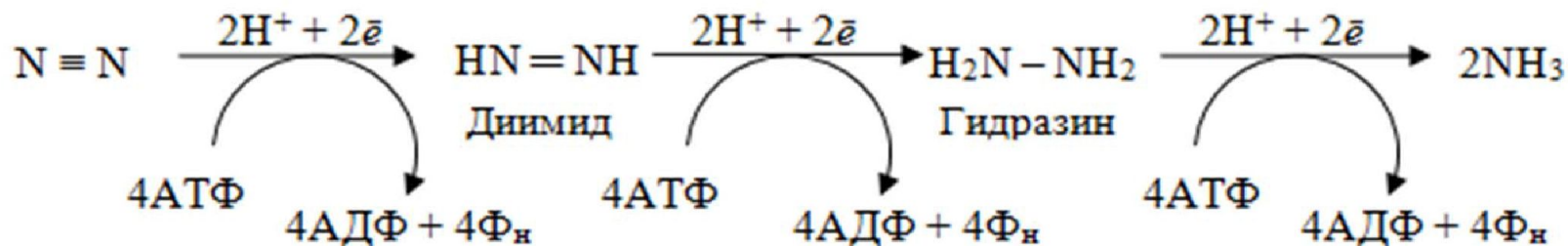


*Схема образования аммиака из молекулярного азота при участии нитрогеназы
(no Aus Dixon and Wheeler, 1986)*

- Восстановление одной молекулы N_2 до двух молекул NH_3 описывается следующим уравнением:



- Данный процесс осуществляется в три последовательные стадии. Вначале N_2 превращается в диимид ($HN=NH$), затем в гидразин (H_2N-NH_2) и, наконец, в NH_3 :



Применение

- Инокуляция — предпосевная обработка семян бобовых растений препаратом клубеньковых бактерий соответствующего вида.
- Инокулянты могут быть влажными и сухими.

Применение



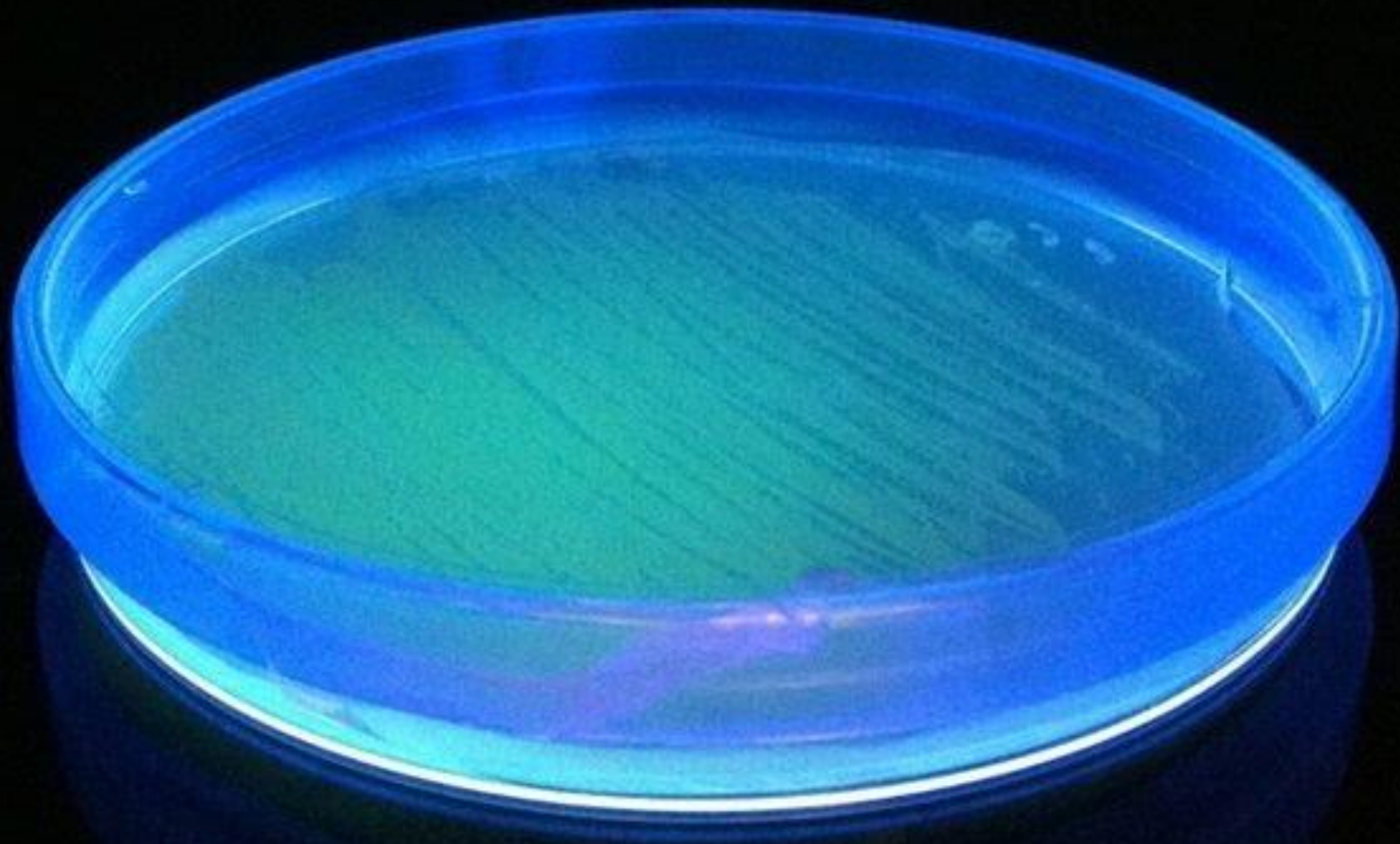
- Первый биопрепарат на основе азотфиксирующих клубеньковых бактерий.
- Нитрагин способствует активному накоплению азота воздуха бобовыми растениями, улучшает качество урожая этих культур, увеличивая в них содержание белка, аминокислот, витаминов группы В. Нитрагин снижает возможность заражения растений грибными и бактериальными заболеваниями, увеличивает накопление азота в почве



- Ризоторфин— торфяной субстрат с питательными добавками, содержащий высокоактивный, конкурентоспособный штамм ризобий для конкретного вида бобовых растений



- Азотобактерин — препарат азотобактера, предназначенный для обработки разных видов сельскохозяйственных растений. В 1 г такого удобрения должно содержаться не менее 40 млн. клеток азотобактера.



Спасибо за внимание!