

(Нитро и не только)
бактерии

Нитратное дыхание

- Общий путь редукции нитрата
 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$
- Органотрофы
- Факультативные анаэробы

Диссимиляционная нитратредукция

- Представители: некоторые энтеробактерии, бифидобактерии, *Thiobacillus thioparus*
- Реакция: $\text{NO}_3^- + 2\text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2^-$

Денитрификация

- Представители: *Pseudomonas*, *Bacillus*
Реакция: $2\text{NO}_3^- + 10\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2$

Диссимиляционная нитритредукция

- Представители: *Neisseria*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes odorans*
- Реакция: $2\text{NO}_2^- + 6\text{e}^- \rightarrow \text{N}_2$

Neisseria

род бактерий из семейства Neisseriaceae типа протеобактерий. Грамотрицательные диплококки, под микроскопом напоминают кофейные зёрна.

Возбудитель гонореи

Неполная денитрификация

- Представители: *Halobacterium* sp., *Aquaspirillum itersonii*
- Реакция: $2\text{NO}_3^- + 8e^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}$

Редукция закиси азота

- Представители: *Vibrio succigenes*, *Campylobacter fetus*
- Реакция: $\text{N}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{N}_2$

Аэробное нитродыхание

Многоуглеродные субстраты:

Полное окисление (до CO_2 и H_2O)

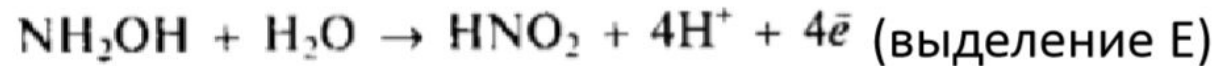
нитрификация

- Аэробные автотрофные организмы (источник – CO_2), тратят много АТФ на цикл Кальвина, накапливают биомассу медленно.
- (на 1 НАДН – 5 NO_2), КПД около 2-5%

I стадия нитрификации: Nitrosomonas, Nitrosobacter, Nitrospira, Nitrosovibrio

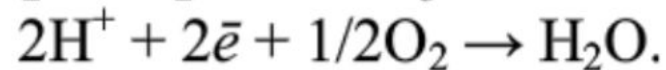
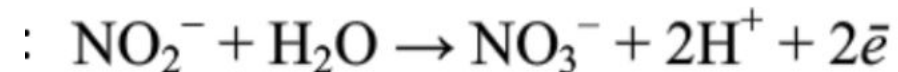
• (гр-, неродственные)

Реакции: $\text{NH}_3 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{NH}_2\text{OH}$ (монооксигеназный механизм, затрата E)



II стадия нитрификации: Nitrococcus, Nitrobacter, Nitrospira (гр- , неродственные)

• Реакции: (нитритоксидоредуктаза с атомом Mo)



Гетеротрофные нитрификаторы: Proteus, Alcaligenes, Arthrobacter и др.

Nitrosomonas

Азотфиксация и аммонификация

Азотфиксация

Представители: *Rhizobium* (ризобиальные корешки), *Azotobacter*, *Anabaena* и многие другие

$$\text{N}_2 + 8\bar{e} + 8\text{H}^+ + 16\text{АТФ-Mg}^{2+} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\uparrow + 16\text{АДФ-Mg}^{2+}.$$

Общая реакция: $\text{N} \equiv \text{N} \rightarrow \text{HN}=\text{NH} \rightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2 \rightarrow \text{NH}_3$

Аммиак – первый свободный продукт (чтобы не вызвать самоотравления)

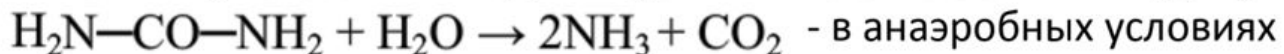
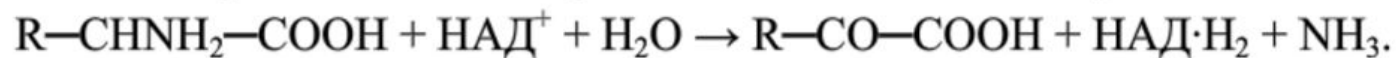
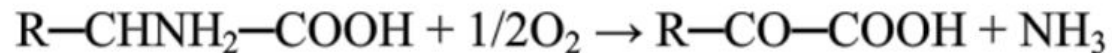
Анаэробы, т.к. нитрогеназа содержит Ni^{2+}

*Для защиты бактериоида от кислорода растения научились вырабатывать дальний гомолог гемоглобина, леггемоглобин

Аммонификация (разложение органического азота до аммиака)

Представители: *Bacillus* (гр⁺), *Pseudomonas*, *Micrococcus*

Реакции:



Микрококки (лат. *Micrococcus*) — род маленьких грамположительных сферических бактерий семейства *Micrococcaceae*, которые располагаются поодиночке или в неправильных скоплениях. На плотных питательных средах образуют круглые, гладкие колонии белого, жёлтого или красного цвета. Яркий цвет обусловлен выделением окрашенного продукта в окружающую среду или пигментацией самой клетки. Облигатные аэробы, сапрофиты или факультативные паразиты, патогенных видов нет. *M. luteus* стал типовым видом для

Цикл азота

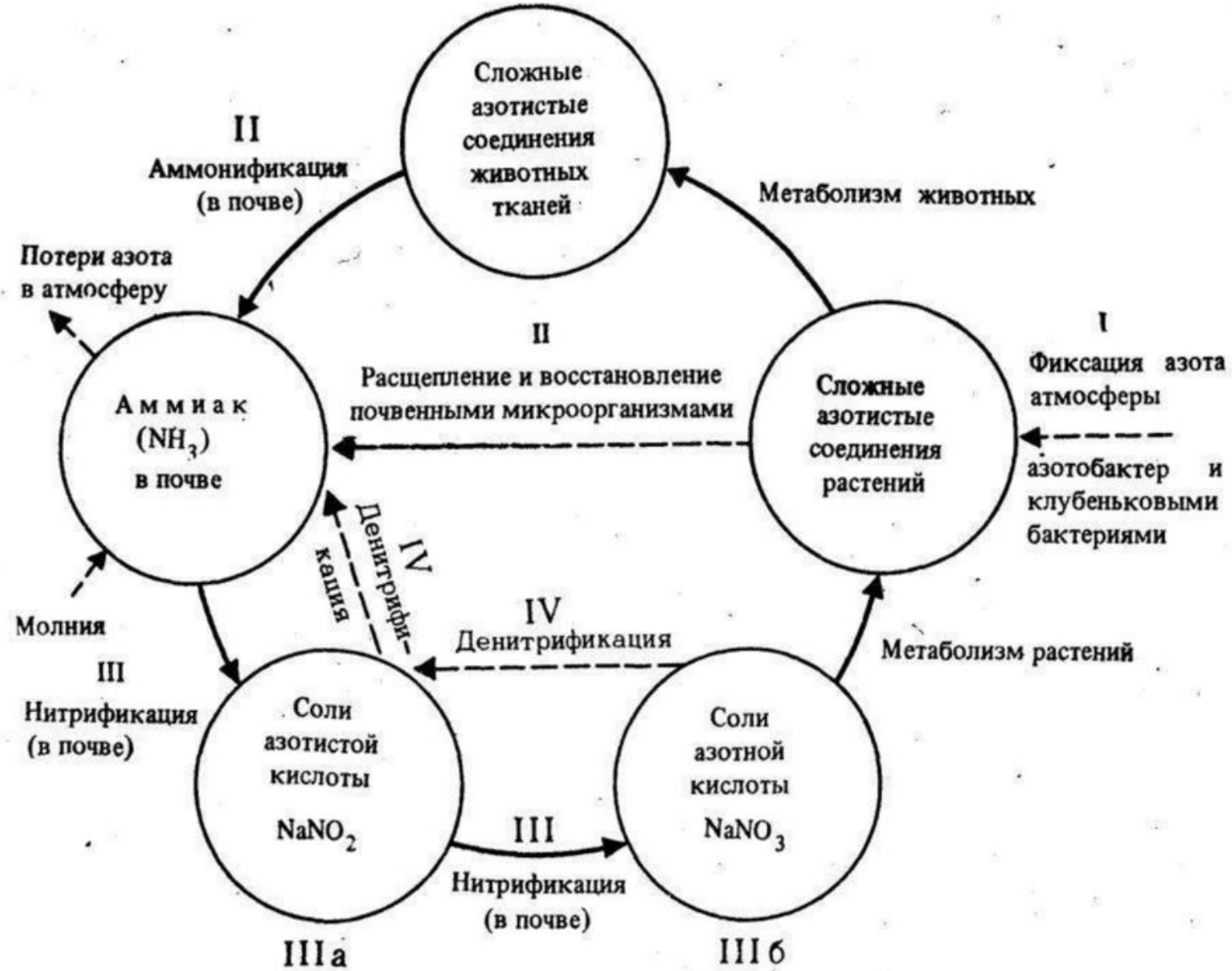


Схема 2. Круговорот азота в природе