

Хемосинтез

Определение:

- **Хемосинтез – способ автотрофного питания, при котором источником энергии для синтеза органических веществ служат процессы окисления различных неорганических веществ: аммиака, сероводорода, серы, водорода и соединений железа (в отличие от фотосинтеза, при котором источником энергии является солнечный свет).**

История открытия



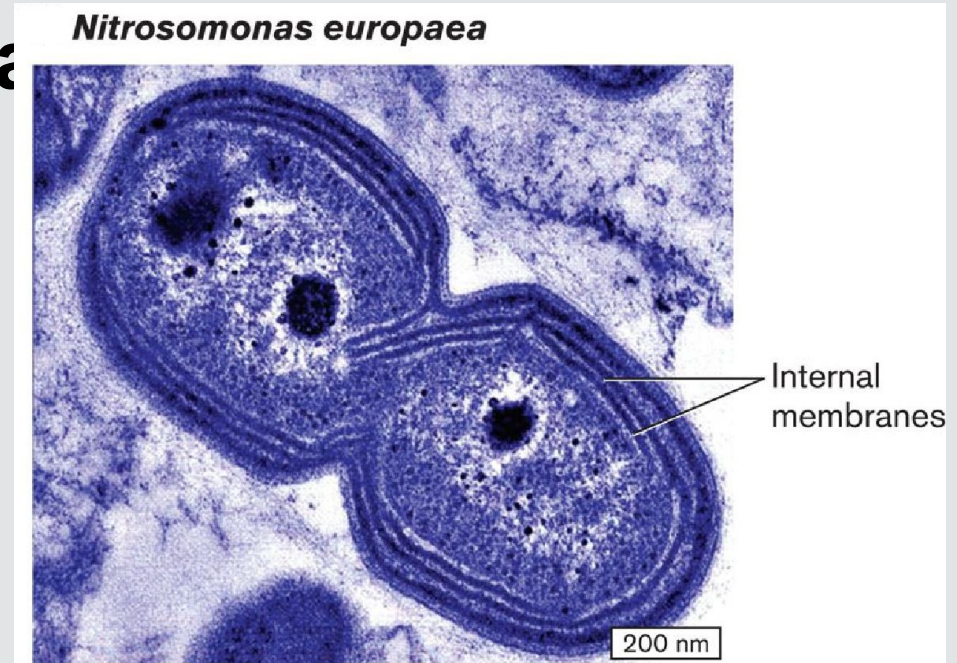
- Хемосинтез открыт русским учёным С. Н.Виноградским в 1887г.
- Источником водорода для восстановления углекислого газа в ходе хемосинтеза является вода.

Нитрифицирующие бактерии

- Окисляют аммиак, образующийся при гниении органических остатков, сначала до азотистой, а затем до азотной кислоты:
- $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 663 \text{ кДж}$
- $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_3 + 142 \text{ кДж}$
- Этот процесс сопровождается выделением энергии. Азотная кислота, реагируя с минеральными соединениями почвы, образует нитраты, которые хорошо

Значение нитробактерий

- Нитрифицирующие бактерии широко распространены в природе; они встречаются в почве и в водоемах и участвуют в осуществлении круговорота азота



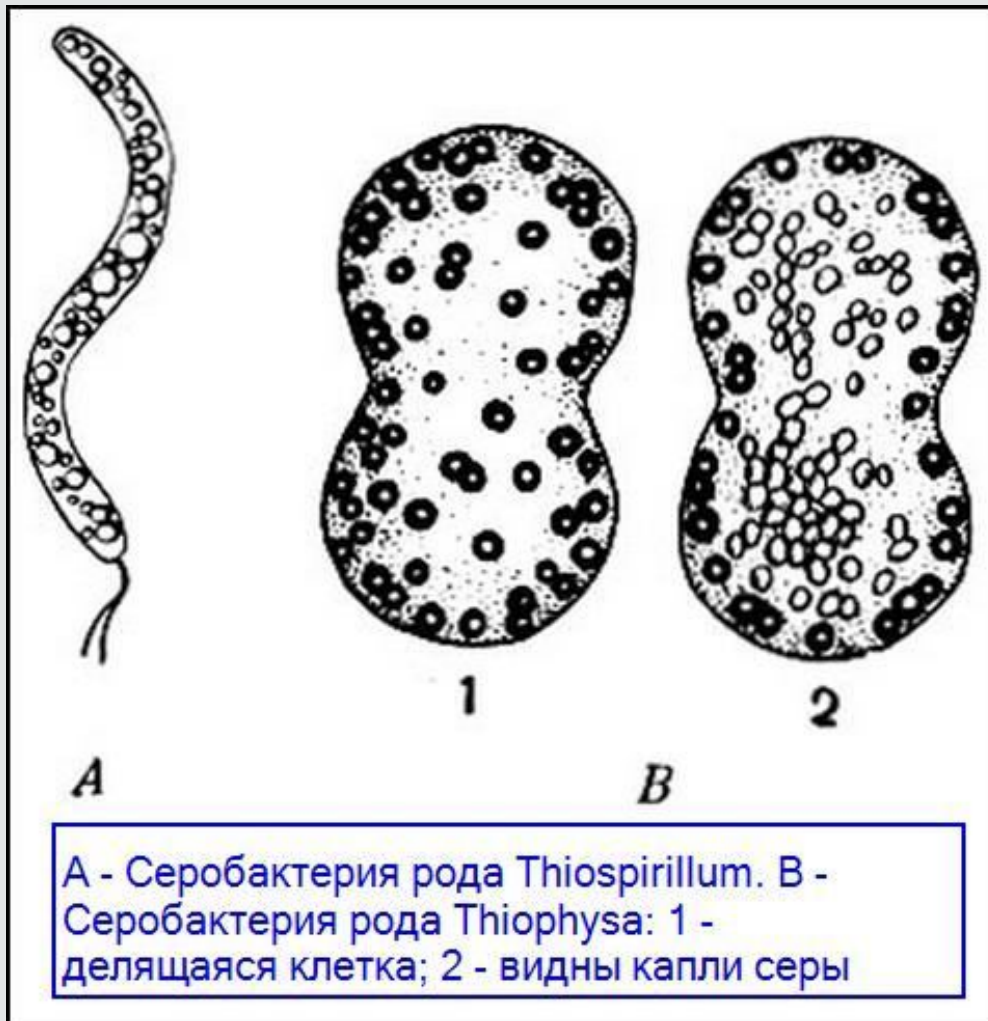
Серобактерии

- **Бесцветные серобактерии окисляют сероводород и накапливают в своих клетках серу:**
- **$2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S} + 272 \text{ кДж}$**
- **При недостатке сероводорода бактерии производят дальнейшее окисление серы до серной кислоты:**
- **$2\text{S} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 636 \text{ кДж}$**

Значение серобактерий

- Серобактерии, образуя серную кислоту, способствуют постепенному разрушению и выветриванию горных пород, разрушению каменных и металлических сооружений, выщелачиванию руд и серных месторождений.**
- Серобактерии, окисляющие серу до сульфатов, участвуют в очищении промышленных сточных вод.**

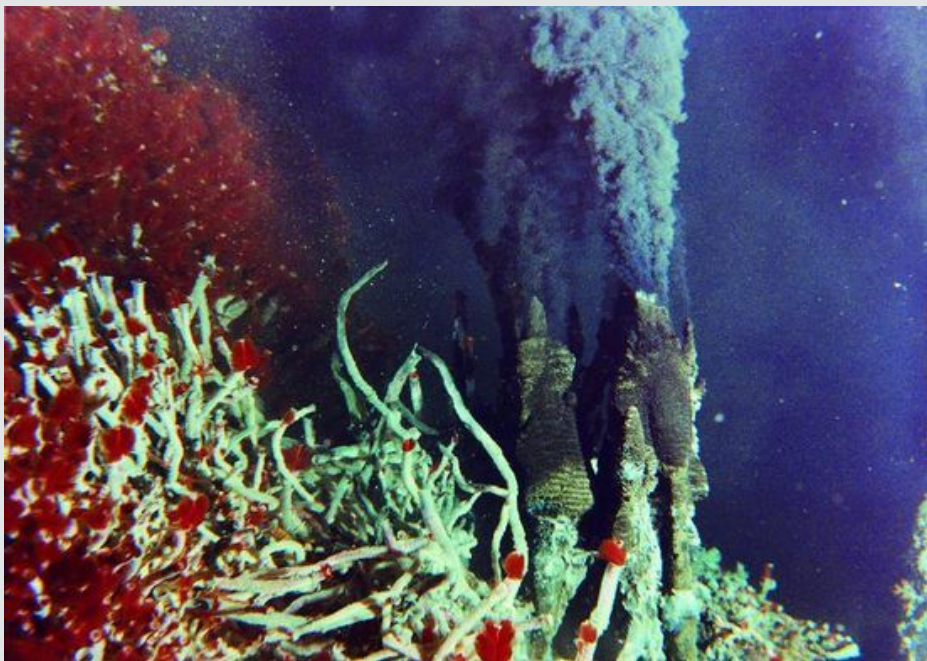
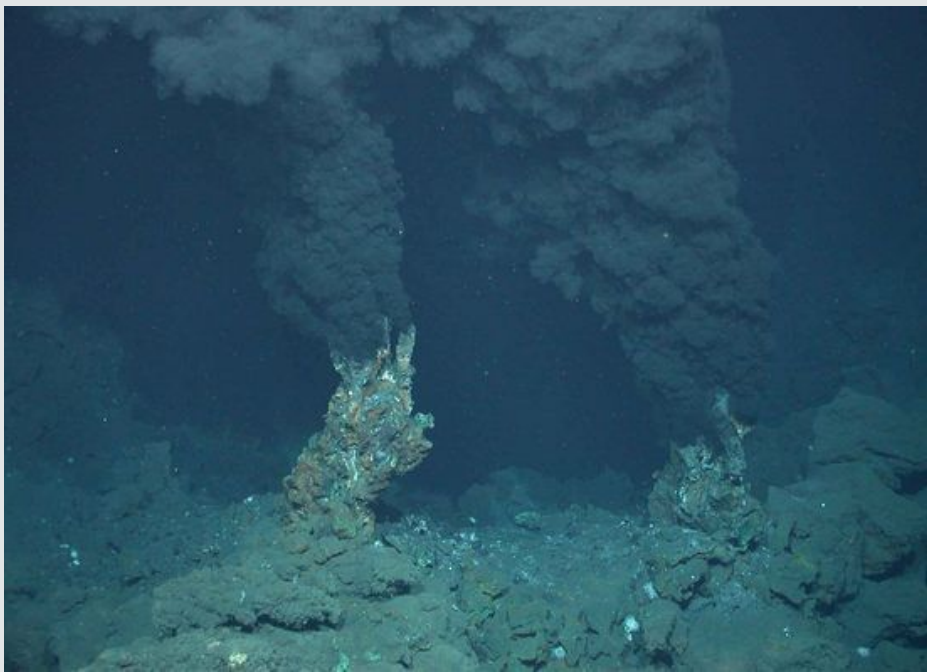
Серобактерии



«Чёрные курильщики»

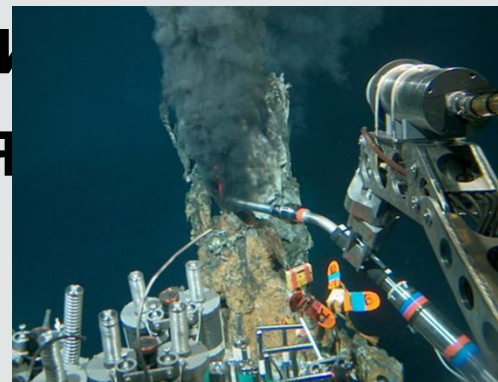
- В науке долгое время считалось, что живые организмы могут существовать только от энергии Солнца. Жюль Верн в своем романе «Путешествие к центру Земли» описал подземный мир с динозаврами и древними растениями. Однако это художественная литература. Но, кто бы мог подумать, что найдется обособленный от энергии Солнца мир с абсолютно не похожими живыми организмами. И найден он был на дне**

Тихого океана



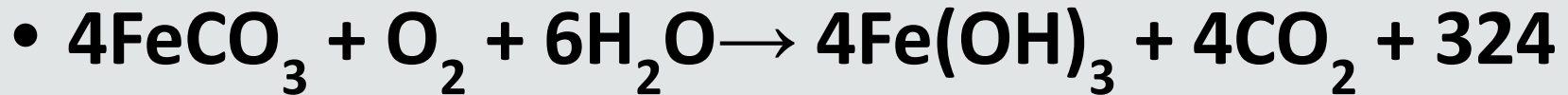
- Однако самое невероятное, что в такой воде, наполненной сероводородом, тяжелыми металлами и различными ядовитыми веществами, процветает бурная жизнь. Температура воды, выходящей из черных

- **На поверхностях черных курильщиков были найдены хемоавтотрофные бактерии, которые расщепляют соединения серы, извергаемые из недр планеты. Бактерии покрывают сплошным слоем поверхность дна и живут в агрессивных условиях. Они стали пищей для многих других видов животных. Всего было описано около 500 видов животных, обитающих в экстремальных условиях «курильщиков».**



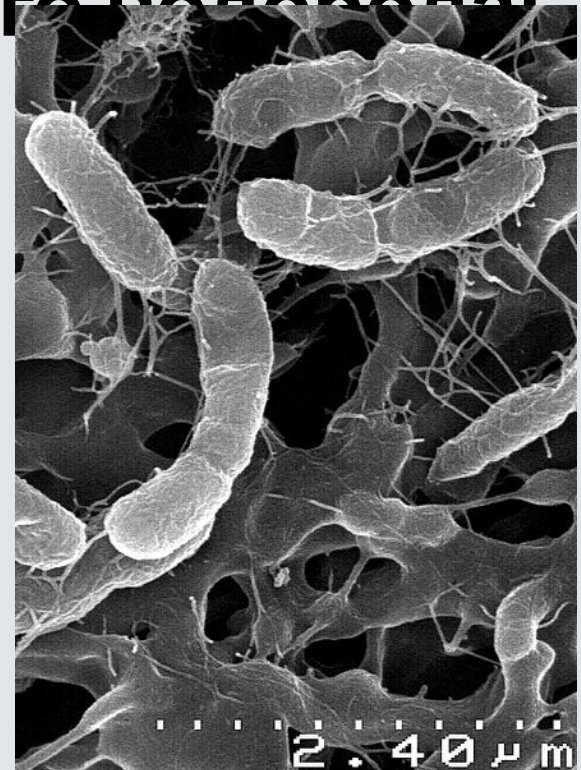
Железобактерии

- Железобактерии окисляют двухвалентное железо до трёхвалентного:



Водородные бактерии

- Водородные бактерии используют энергию, выделяющуюся при окислении молекулярного водорода.
- $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 235 \text{ кДж}$



Сравнение фото- и хемосинтеза

Признаки	Фотосинтез	Хемосинтез
Определение	Процесс синтеза органических в-в из неорганических под действием энергии Солнца в хлоропластах	Процесс синтеза органических в-в в результате окисления неорганических в-в (NH ₃ , H ₂ , H ₂ S и т.д.)
Кто производит органическое в-во	Зеленые растения	Бактерии-хемосинтетичеки (серобактерии, азотбактер)
Исходный продукт	Углекислый газ	NH ₃ , H ₂ , H ₂ S, оксид железа (2)
Конечный продукт	углеводы	Углеводы + побочные продукты
Энергия	Е Солнца	Е образующаяся при окислении неорганич. веществ

первооткрыватель

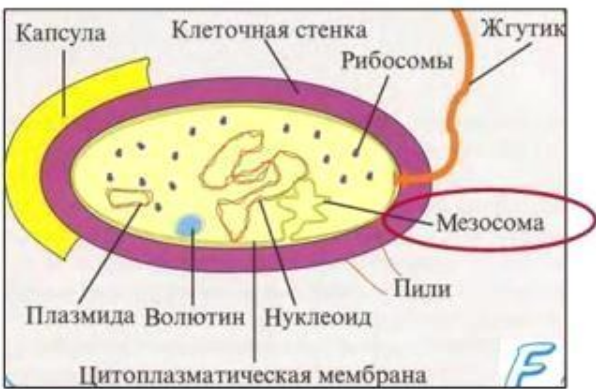
Сергей Николаевич Виноградский, 1887

значение

- круговорот азота
- повышение плодородия почвы
- залежи полезных ископаемых
- пищевой и кормовой белок (водородные)
- биологическая очистка воды

где происходит

на внутренних выростах плазматической мембраны - мезосомах



Хемосинтез

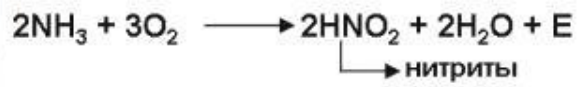
Классификация хемосинтетиков

аэробы

анаэробы

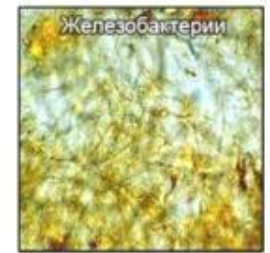
нитрифицирующие

● нитрозомонас, нитробактер



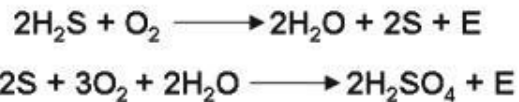
железобактерии

● крентрикс, лептотрикс



серобактерии

● бежиатоа, тиотрикс



водородные бактерии



сульфатные

денитрифицирующие

Хемосинтез – процесс образования некоторыми бактериями органических веществ из диоксида углерода за счет энергии, полученной при окислении неорганических соединений.

Показатели	Автотрофные организмы		Гетеротрофные организмы	
	фототрофные	хемотрофные	сапротрофные	паразиты
Источник получения органического вещества	Диоксид углерода, вода с растворенными минеральными солями	Аммиак, сероводород, оксид железа (II), вода	Готовые органические вещества мертвых тел	Готовые органические вещества живых тел
Источник получения энергии	Солнечная радиация, свет	Реакции окисления неорганических соединений, идущие с выделением энергии	Реакции окисления белков, жиров, углеводов, идущие с выделением энергии	
Представители животного мира	Эвглена зеленая	Нет	Большинство животных	Простейшие, паразитические черви, клещи, насекомые
Представители растительного мира, бактерии, грибы	Все зеленые растения, окрашенные бактерии (пурпурные и зеленые, содержащие бактериохлорофилл)	Нитрифицирующие бактерии, серобактерии, железобактерии	Бактерии брожения, гнилостные бактерии, шляпочные грибы, дрожжевые, плесневые грибы	Вирусы, фаги, болезнетворные бактерии, паразитические грибы, цветковые растения — паразиты (омела, повилика, заразиха)

Таблица 41. Особенности основных способов автотрофной ассимиляции

Признак	Группы организмов		
	Хемосинтезирующие серобактерии	Фотосинтезирующие серобактерии	Растения
Представители	Бесцветные серобактерии	Зеленые и пурпурные серобактерии	Все растения
Тип питания	Автотрофный		
Наличие фотосистемы II	Отсутствует любая фотосистема	Отсутствует, поэтому кислород не выделяется	Имеется, поэтому при фотоллизе выделяется кислород
Источник энергии для восстановления CO_2	Окисление H_2S (при недостатке H_2S — окисление S)	Солнечный свет	
Источник водорода для восстановления CO_2	Вода H_2O	H_2S	Вода H_2O
Роль H_2S	Источник энергии для восстановления CO_2	Источник водорода для восстановления CO_2	Не играет роли
Уравнение реакции (или продукты реакции)	Различные сложные органические вещества, но не глюкоза, как у фотосинтезирующих организмов	$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{S} \rightarrow$ $\xrightarrow{\text{E св}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 +$ $+ 12\text{S} + 6\text{H}_2\text{O}$ <p>(E св — энергия солнечного света)</p>	$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\xrightarrow{\text{E св}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 +$ $+ 6\text{O}_2$ <p>(E св — энергия солнечного света)</p>