

**Первичные продуценты, в основе
новообразования органического вещества
которых лежит хемосинтез**



- Хемосинтез — способ автотрофного питания, при котором источником энергии для синтеза органических веществ из CO₂ служат реакции окисления неорганических соединений.
- $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O} + 12 \text{S}$
- Подобный вариант получения энергии используется только бактериями или археями.

- Необходимо отметить, что выделяющаяся в реакциях окисления неорганических соединений энергия не может быть непосредственно использована в процессах ассимиляции. Сначала эта энергия переводится в энергию макроэнергетических связей АТФ и только затем тратится на синтез органических соединений.

ФОТОСИНТЕЗ

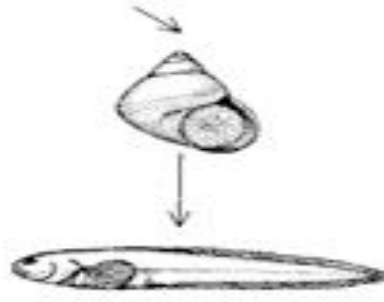
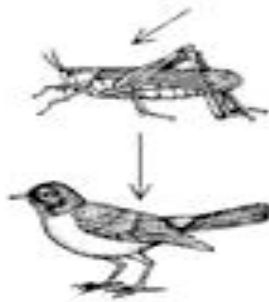


ХЕМОСИНТЕЗ

сероводород
горячего источника
на дне океана



фиксированный углерод
(углеводы, жиры)



- Явление хемосинтеза было открыто в 1887 году русским учёным С. Н. Виноградским, который считал, что образование залежей железных и марганцевых руд является результатом деятельности микроорганизмов в прошлые геологические эпохи, поскольку хемосинтезирующие бактерии окисляют также соединения железа и марганца.



Родился в 1853 в России
Умер в 1953 во Франции



Ещё в 1887 г. русский микробиолог С.Н. Виноградский открыл бактериальный хемосинтез. Оказалось, что некоторые бактерии тоже умеют создавать новое органическое вещество из неорганического, но тратят на это энергию, получаемую не от солнечных лучей, а от химических реакций, при окислении аммиака, водорода, соединений серы, закисного железа и др.

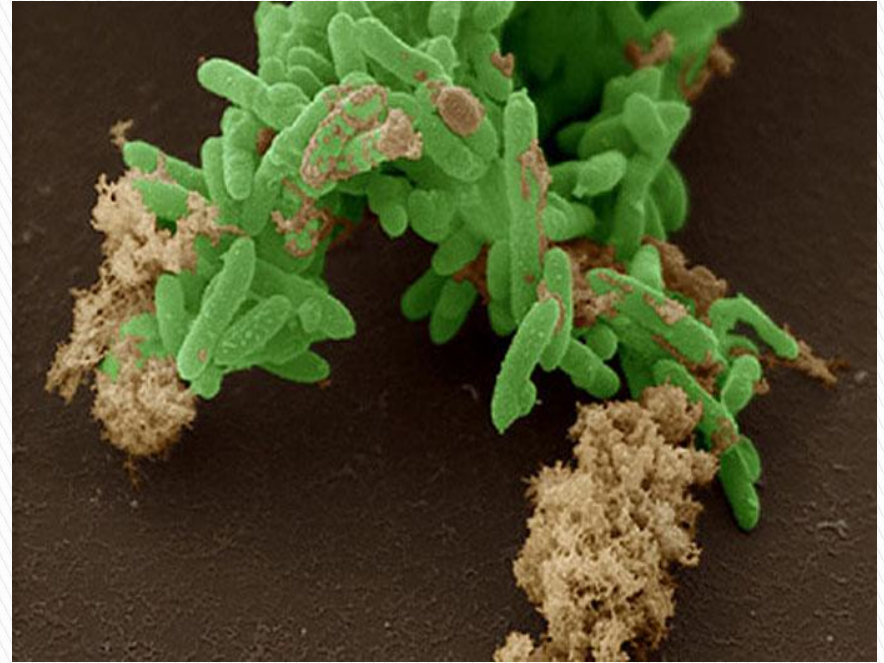
- Хемосинтезирующие бактерии – бактерии, в основе которых лежит хемосинтез, который осуществляется за счет энергии, выделяющейся при химических реакциях окисления различных неорганических соединений: водорода, сероводорода, аммиака, оксида железа (II) и др.

□ Исходя из этого существует несколько групп хемосинтезирующих бактерий:

- Железобактерии
- Серобактерии
- Нитрифицирующие бактерии
- Тионовые бактерии
- Водородные бактерии

из которых наибольшее значение имеют нитрифицирующие, серобактерии и железобактерии.

Железобактерии (*Geobacter*, *Gallionella*)

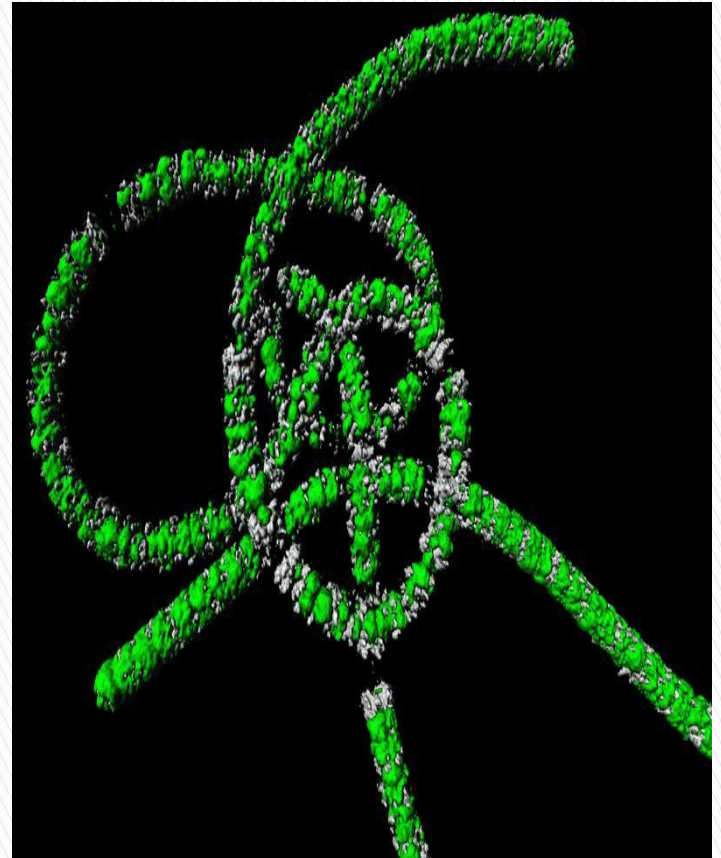


- Окисляют двухвалентное железо до трёхвалентного:



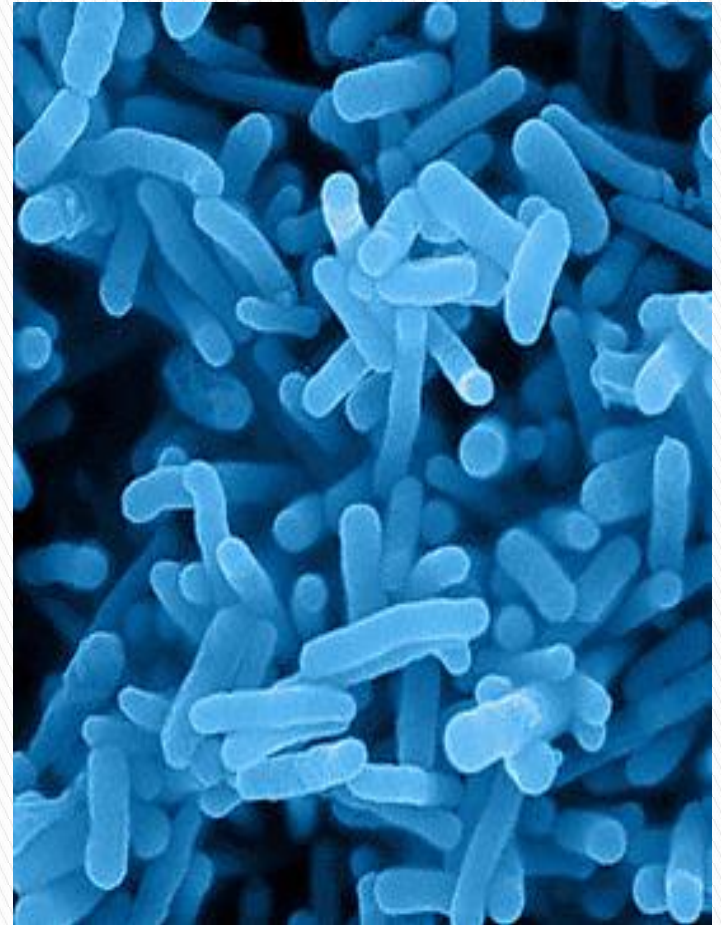
Серобактерии (*Desulfuromonas*, *Desulfobacter*, *Beggiatoa*)

- Окисляют сероводород до молекулярной серы или до солей серной кислоты:



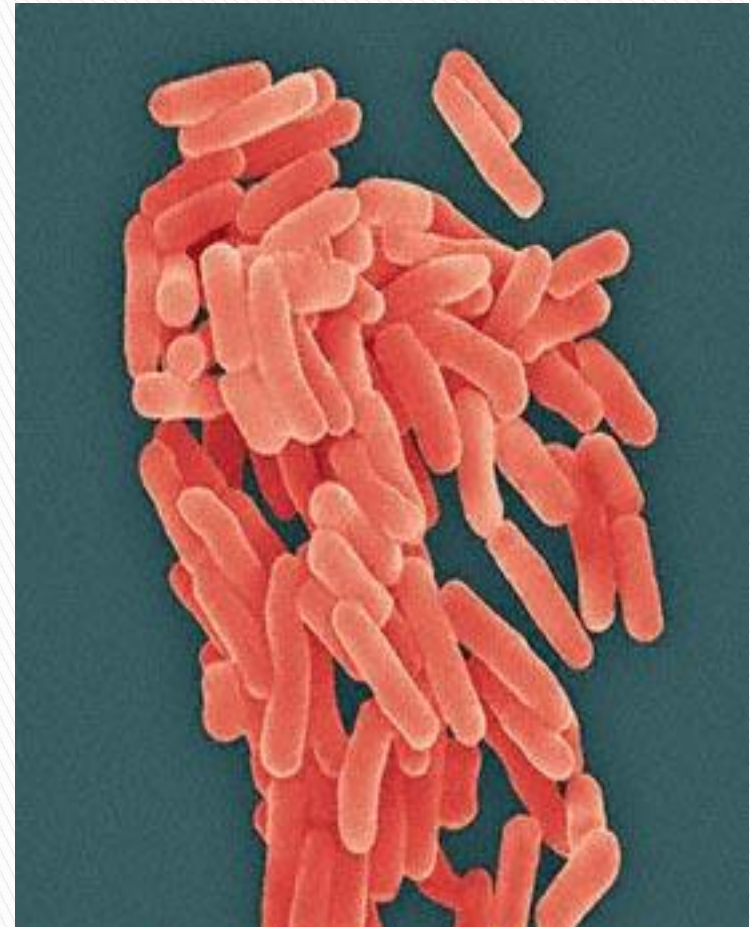
Нитрифицирующие бактерии (*Nitrobacteraceae*, *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*)

- Окисляют аммиак, образующийся в процессе гниения органических веществ, до азотистой и азотной кислот, которые, взаимодействуя с почвенными минералами, образуют нитриты и нитраты:



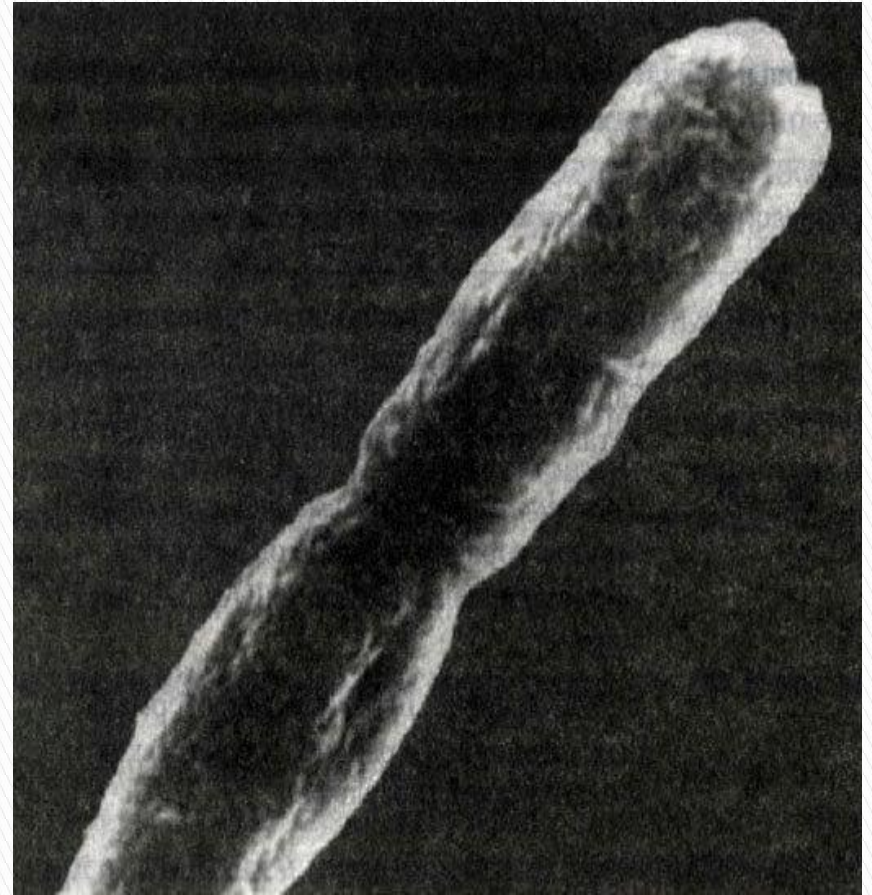
Тионовые бактерии (*Thiobacillus*, *Acidithiobacillus*)

- Способны окислять тиосульфаты,
- сульфиты, сульфиды и молекулярную серу до серной кислоты (часто с существенным понижением рН раствора), процесс окисления отличается от такового у серобактерий (в частности тем, что тионовые бактерии не откладывают внутриклеточной серы). Некоторые представители тионовых бактерий являются экстремальными ацидофилами
- (способны выживать и размножаться при понижении рН раствора вплоть до 2), способны выдерживать высокие концентрации тяжёлых металлов и окислять металлическое и двухвалентное железо (*Acidithiobacillus ferrooxidans*) и выщелачивать тяжёлые металлы из руд.



Водородные бактерии (*Hydrogenophilus*)

- Способны окислять молекулярный водород, являются умеренными термофилами (растут при температуре 50 °С):



Хемосинтезирующие бактерии
(хемолитоавтотрофы)



Облигатные



Факультативные

Облигатные

Облигатные способны окислять неорганические вещества и энергию окисления использовать в жизнедеятельности (нитрифицирующие бактерии и др.). Они являются первичными продуцентами и образуют первый трофический уровень в экологических системах.



Факультативные хемолитоавтотрофы

- Факультативные, известные как хемосинтезирующие бактерии, часто рассматривают как «продуцентов» (хемоавтотрофов), однако с точки зрения их роли в экосистемах это группа, переходная между автотрофами и гетеротрофами. К ним относятся карбоксибактерии и водородные бактерии.

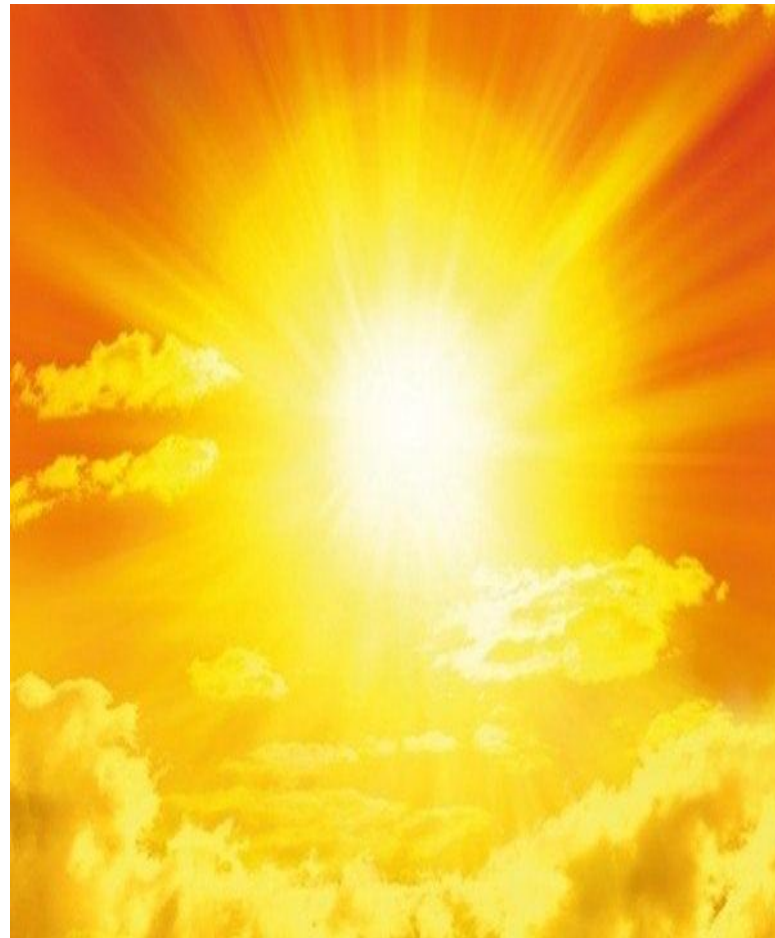


Водородные бактерии

Хемосинтезирующие организмы (например, серобактерии) могут жить в океанах на огромной глубине, в тех местах, где из разломов земной коры в воду выходит сероводород. Конечно же, кванты света не могут проникнуть в воду на глубину около 3—4 километров (на такой глубине находится большинство рифтовых зон океана). Таким образом, хемосинтетики — единственные организмы на земле, не зависящие от энергии солнечного света.

Благодаря способности существовать в темноте (в почве и донных отложениях) хемосинтезирующие бактерии не только играют роль в извлечении минеральных питательных веществ, но, как показал русский гидробиолог И.Т. Сорокин (1966), осваивают энергию, которая иначе была бы потеряна для животных.

С другой стороны, аммиак, который используется нитрифицирующими бактериями, выделяется в почву при гниении остатков растений или животных. В этом случае жизнедеятельность хемосинтетиков косвенно зависит от солнечного света, так как аммиак образуется при распаде органических соединений, полученных за счёт энергии Солнца.



Роль хемосинтезирующих бактерий

- Роль хемосинтетиков для всех живых существ очень велика, так как они являются непременным звеном природного круговорота важнейших элементов: серы, азота, железа и др. Хемосинтетики важны также в качестве природных потребителей таких ядовитых веществ, как аммиак и сероводород. Огромное значение имеют нитрифицирующие бактерии, которые обогащают почву нитратами и нитритами, — форма **азота**, преимущественно усваиваемая растениями. Некоторые хемосинтетики (в частности, серобактерии) используются для очистки сточных вод.
- По современным оценкам, биомасса «подземной биосферы», которая находится, в частности, под морским дном и включает хемосинтезирующих анаэробных метаноокисляющих **архебактерий**, может превышать биомассу остальной биосферы.

Список использованных источников

- Хемосинтезирующие бактерии. Хемолитоавтотрофы//[Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://dic.academic.ru>
- Хемосинтезирующие бактерии. Хемосинтезирующие бактерии//[Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://ru-ecology.info/term/19602/>
- Биоразнообразиие – Википедия. Биоразнообразия//[Электронный ресурс].- Режим доступа:<https://ru.wikipedia.org>