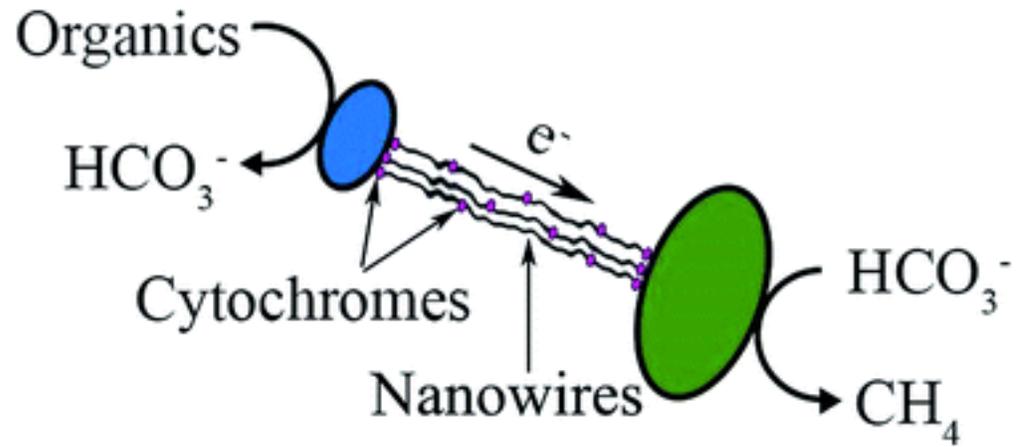


Лекция 7

Взаимодействие микроорганизмов друг с другом

Микробные сообщества, кворум-сенсинг, антибиотики



МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА

Характер взаимодействий зависит от формы существования микроорганизмов

Планктонная форма существования предполагает наибольшую независимость - выделяемые вещества (субстраты или факторы роста) подвергаются значительному разведению. Однако и планктонные микроорганизмы могут образовывать хлопья с более тесным взаимодействием компонентов.

В осадках водоемов или почве микроорганизмы находятся в непосредственной близости, создаются локальные перепады концентраций питательных веществ.

Наиболее тесное взаимодействие – в биопленках, матах, гранулах, и других структурированных сообществах, где клетки микроорганизмов тесно контактируют друг с другом.

Особый вариант – лабораторное культивирование, где замкнутый объем накладывает особые ограничения на микробиологические процессы.

МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА

Общность микроорганизмов, занимающих единое местообитание и связанных взаимоотношениями различного уровня:

Включение в единую трофическую цепь

Обмен факторами роста (мелкими молекулами, необходимыми для полноценного метаболизма)

Термодинамическая зависимость катаболических процессов

Структурные взаимодействия

Уровни не исключают друг друга; могут присутствовать все четыре типа взаимодействий

Трофические цепи

Растения и животные

Продуценты (растения)



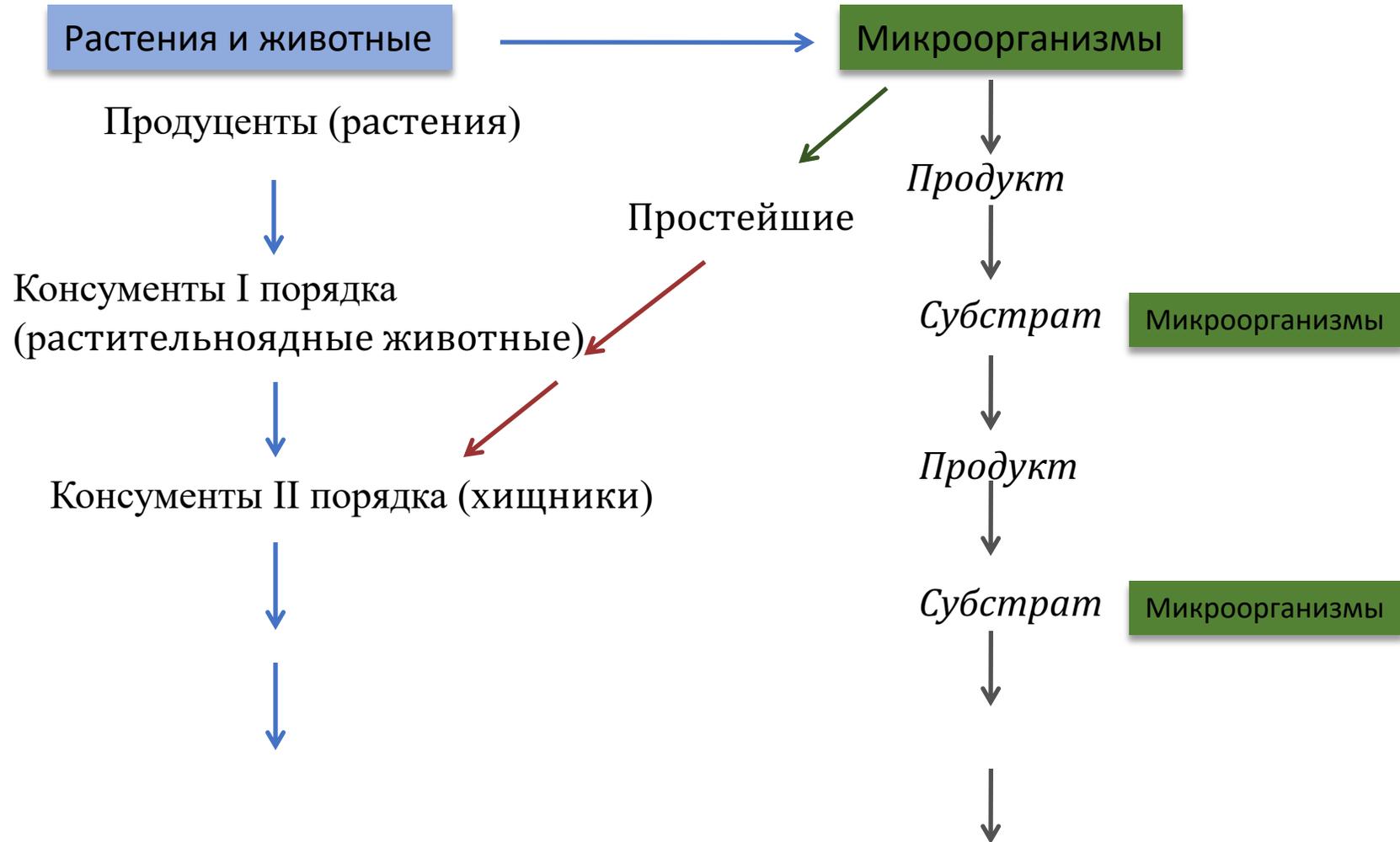
Консументы I порядка
(растительноядные животные)



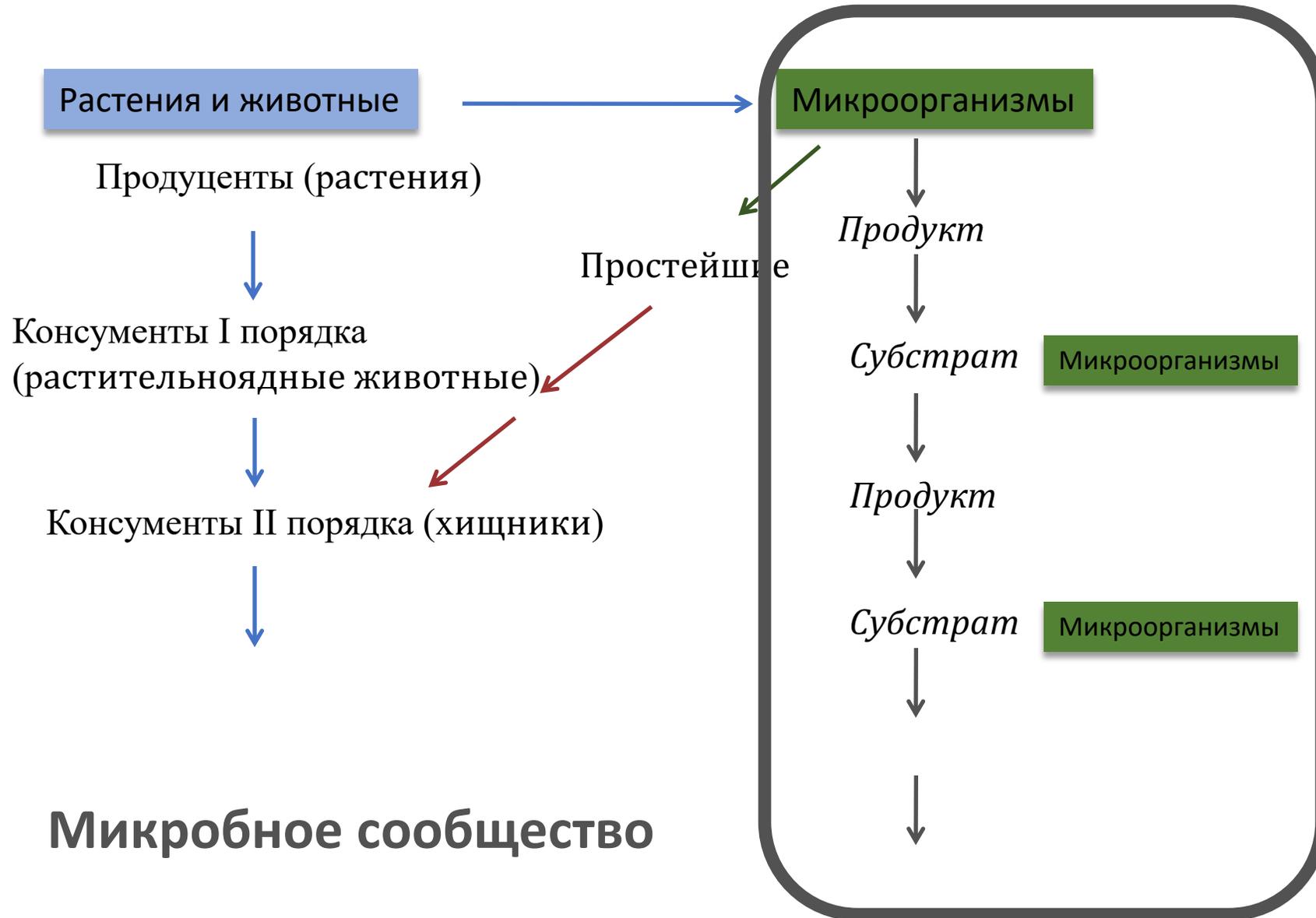
Консументы II порядка (хищники)



Трофические цепи



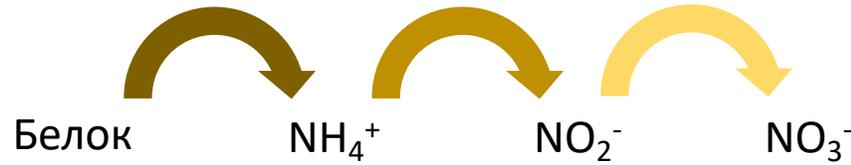
Трофические цепи



ТРОФИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

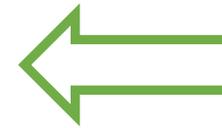
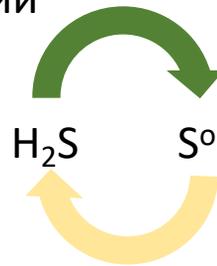
Аммонификаторы

Нитрификаторы 1-ой и 2-ой фазы



Nitrosomonas

Серные фототрофные бактерии



Явление синтрофии
Синтрофная культура



Chlorobium

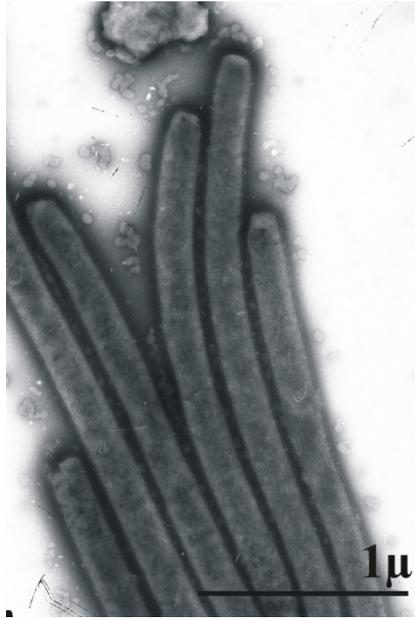
Серовосстанавливающие бактерии



Desulfuromonas

ОБМЕН ФАКТОРАМИ РОСТА

Анаэробные органотрофные гипертермофильные археи

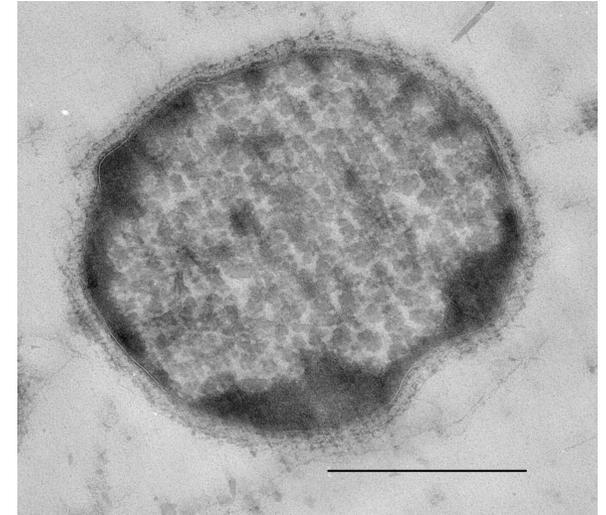


Thermofilum adornatum

В геноме отсутствуют гены биосинтеза пуринов, аминокислот, кофакторов



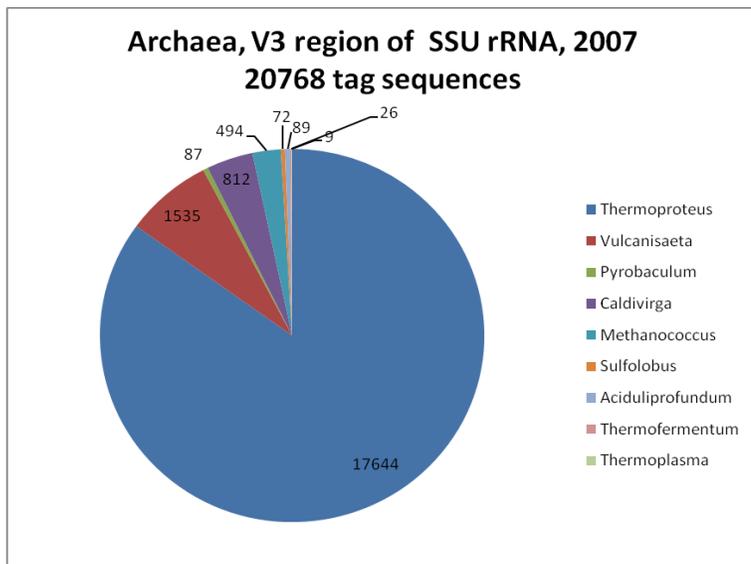
Добавление в среду культуральной жидкости *Desulfurococcus* делает возможным рост *Thermofilum*



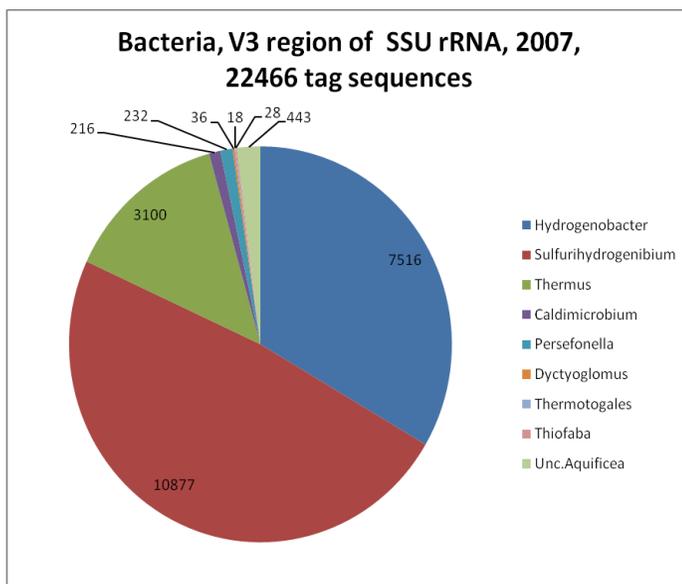
Desulfurococcus amylolyticus

Хорошо растет в присутствии дрожжевого экстракта

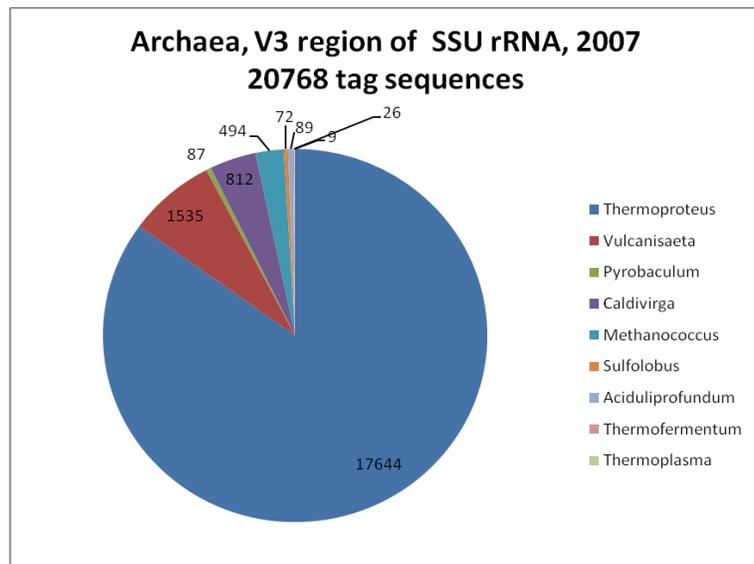
ОБМЕН ФАКТОРАМИ РОСТА ОБЪЯСНЯЕТ ПРИСУТСТВИЕ МИНОРНЫХ СПУТНИКОВ В СООБЩЕСТВЕ



При попытках культивирования выделяются минорные компоненты сообщества. **Почему?**



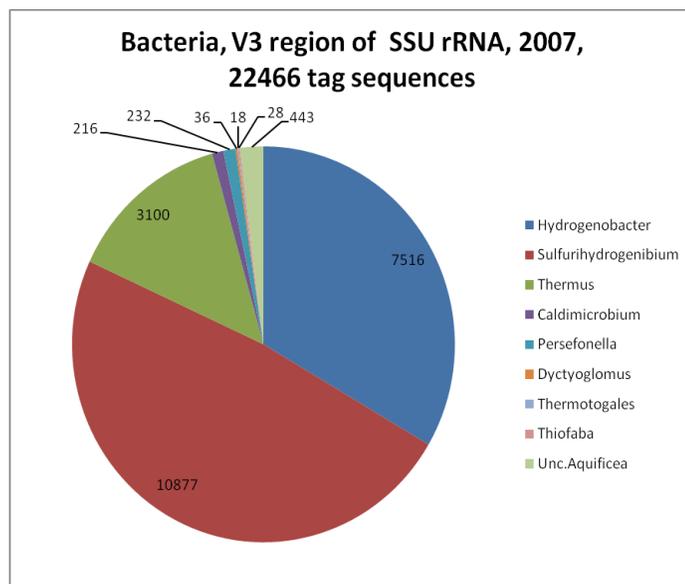
ОБМЕН ФАКТОРАМИ РОСТА ОБЪЯСНЯЕТ ПРИСУТСТВИЕ МИНОРНЫХ СПУТНИКОВ В СООБЩЕСТВЕ



При попытках культивирования выделяются минорные компоненты сообщества. **Почему?**

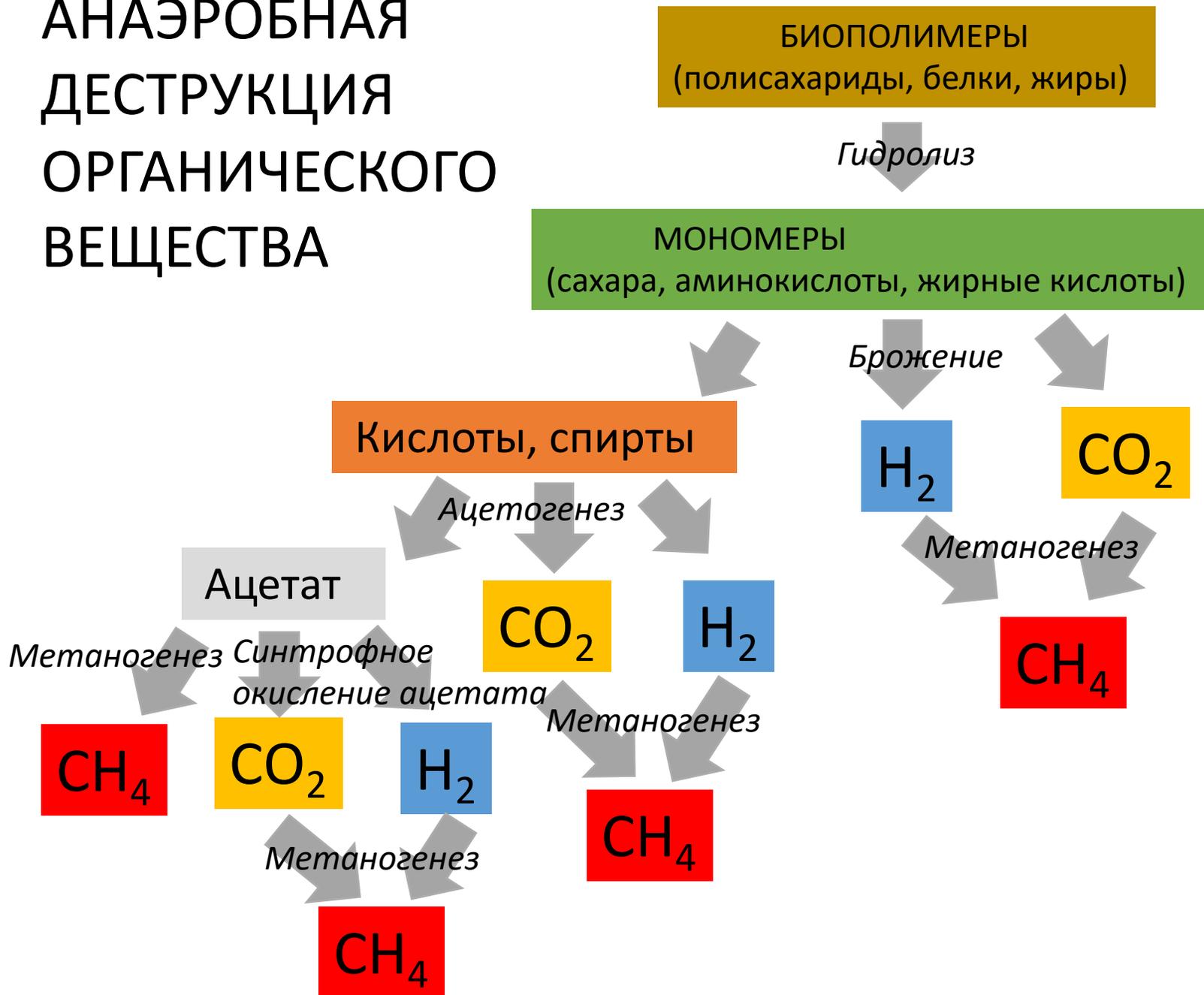
Именно минорные компоненты сообщества способны к автономному существованию.

Они снабжают факторами роста основных членов сообщества, и поэтому не вымываются, несмотря на конкуренцию за субстрат.



Добавление культуральной жидкости минорных компонентов к среде повышает вероятность выделения основных компонентов

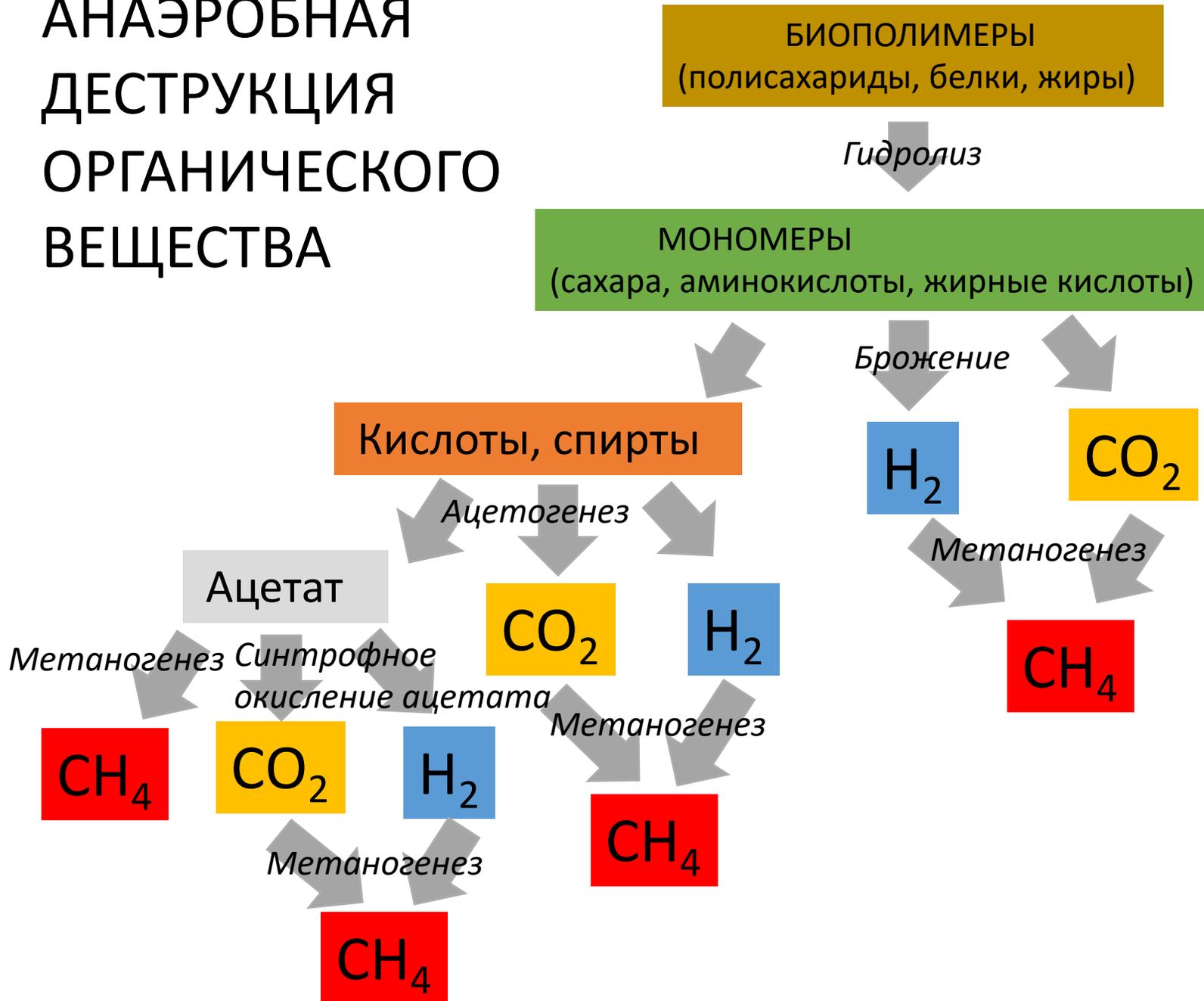
АНАЭРОБНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА



Метан образуется:

- на стадии брожения, стимулируя его
- на стадии ацетогенеза, делая его возможным
- на стадии синтрофного разложения ацетата
- непосредственно из ацетата

АНАЭРОБНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

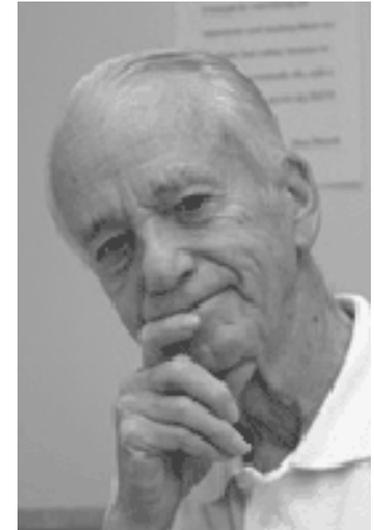
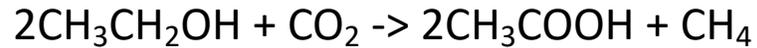


Метан образуется:

- на стадии брожения, стимулируя его
- на стадии ацетогенеза, делая его возможным
- на стадии синтрофного разложения ацетата
- непосредственно из ацетата

МЕЖВИДОВОЙ ПЕРЕНОС ВОДОРОДА

«*Methanobacillus omelianskii*» образовывала метан из этанола:



Ральф Вольф

Спустя 70 лет выяснилось, что это синтрофная ассоциация двух организмов.

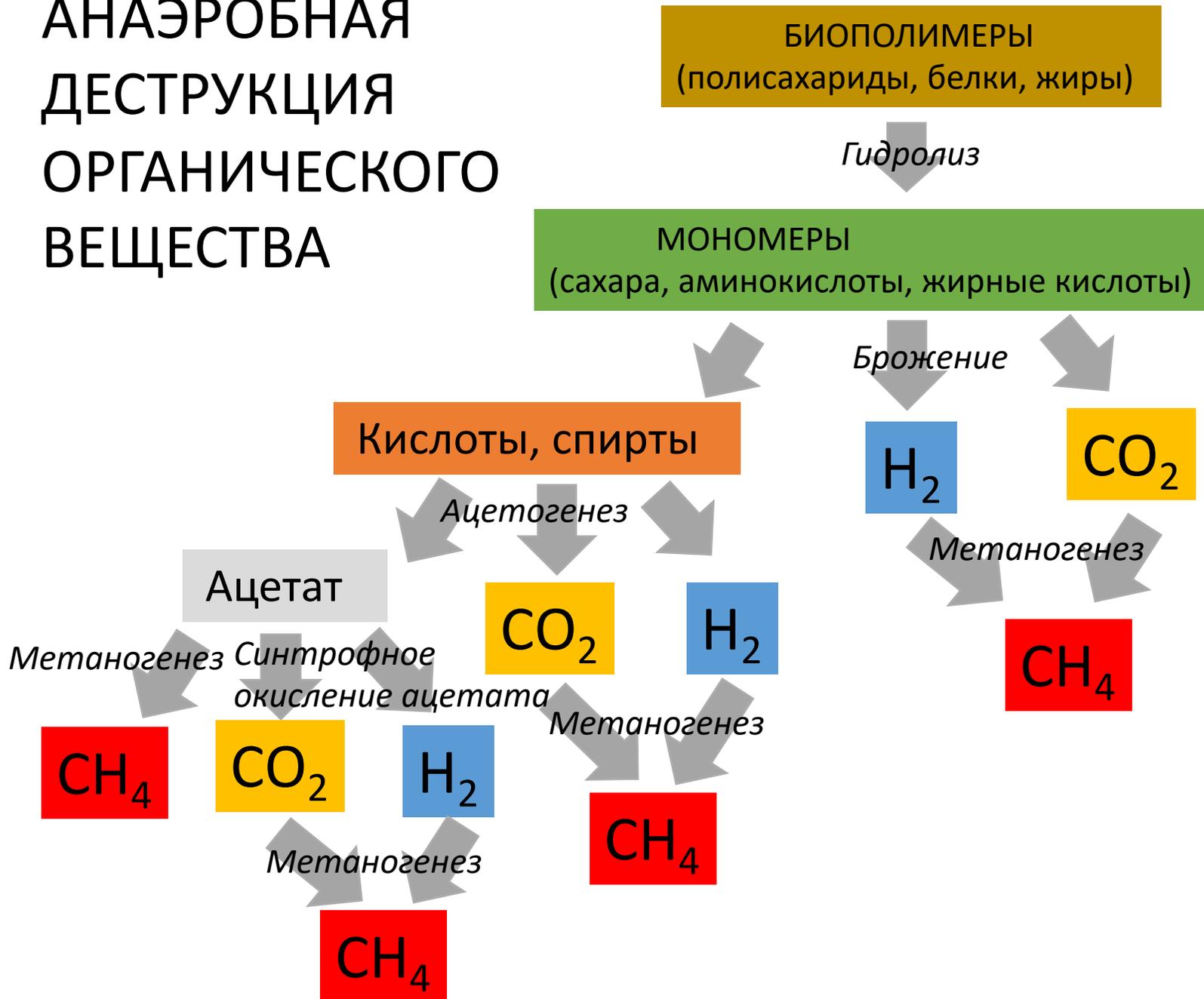
S-штамм образует водород из этанола, но эта реакция эндэргоническая, и отдельно идти не может:



M.o.H.- штамм образует метан из водорода, поддерживает низкую концентрацию водорода и делает возможной реакцию (1):



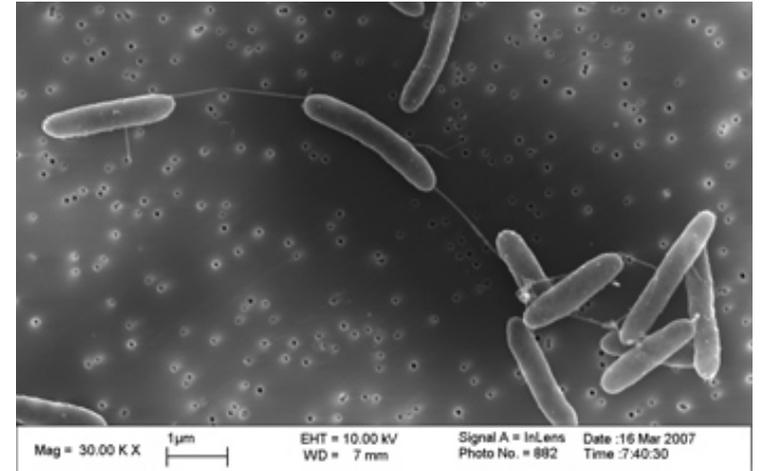
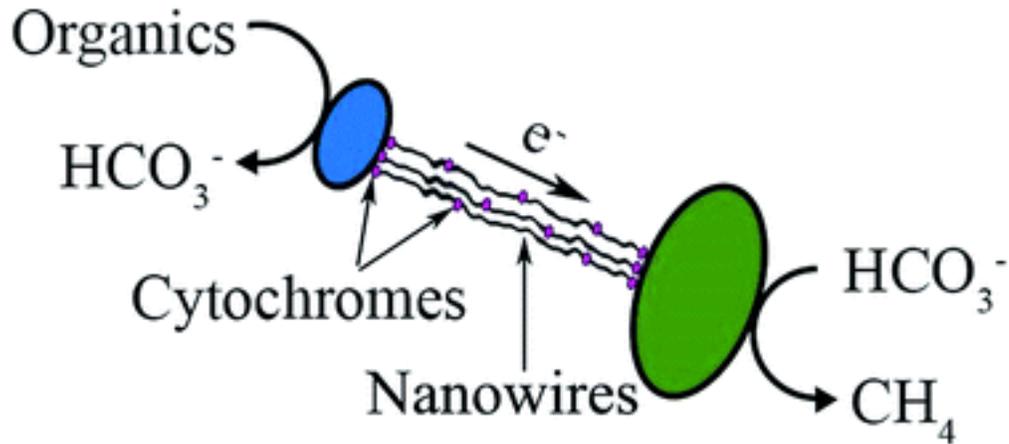
АНАЭРОБНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА



Метан образуется:

- на стадии брожения, стимулируя его
- на стадии ацетогенеза, делая его возможным
- на стадии синтрофного разложения ацетата
- непосредственно из ацетата

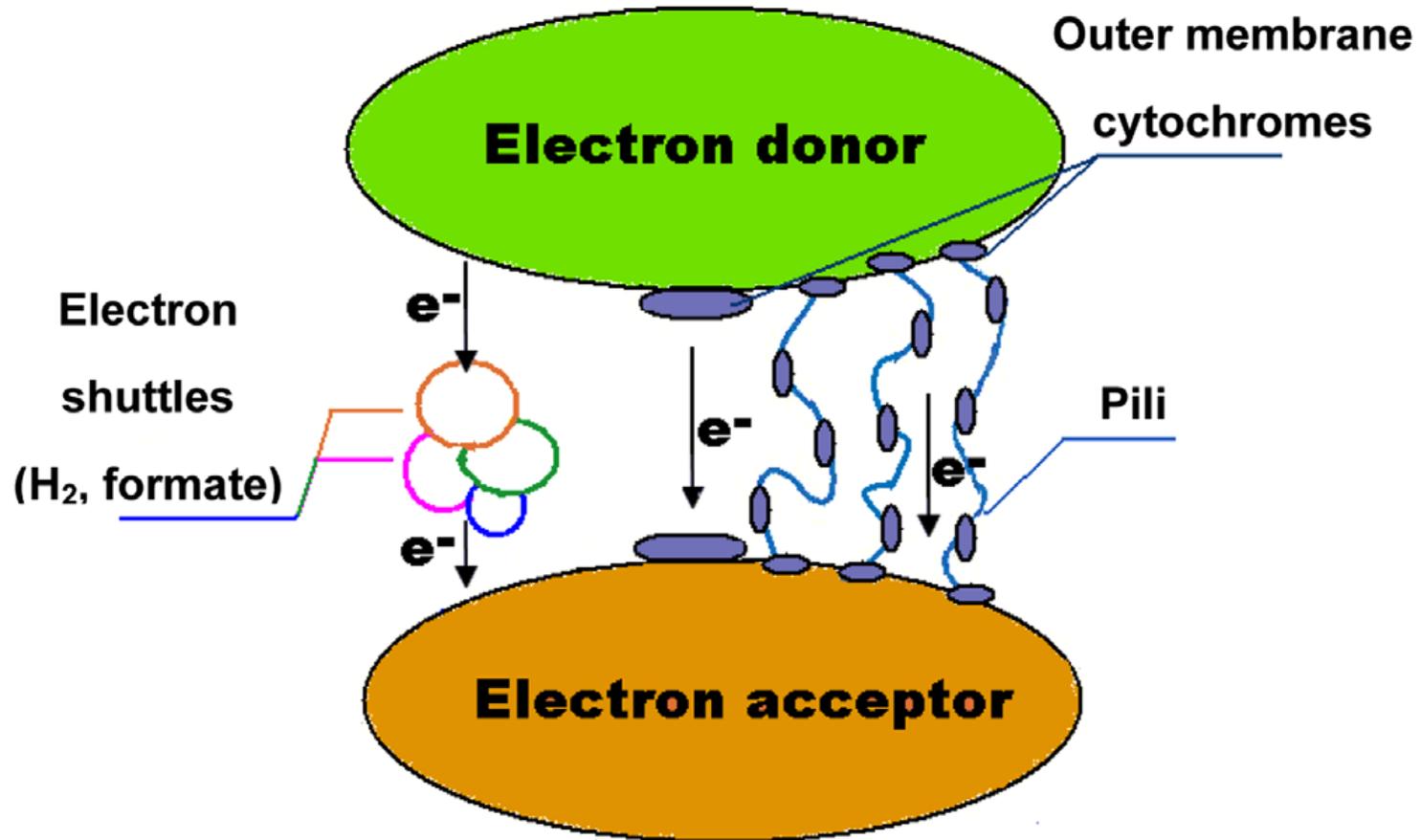
ПРЯМОЙ МЕЖВИДОВОЙ ПЕРЕНОС ЭЛЕКТРОНОВ



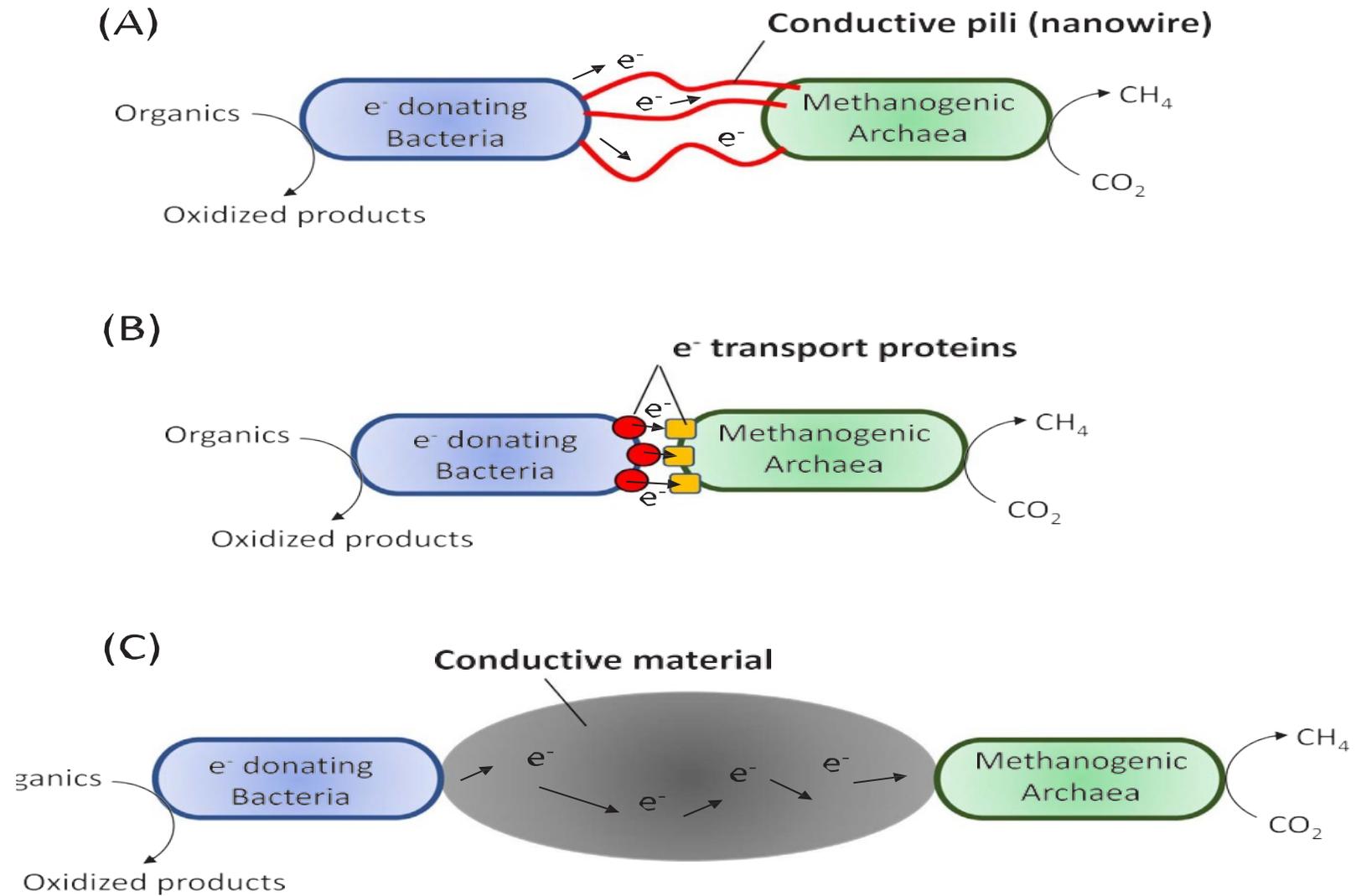
В плотных консорциумах микроорганизмы передают электроны от клетки к клетке с помощью электропроводящих пилей (nanowires)



ПРЯМОЙ МЕЖВИДОВОЙ ПЕРЕНОС ЭЛЕКТРОНОВ



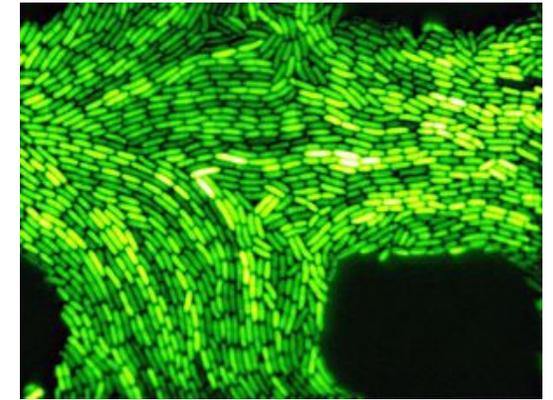
ПРЯМОЙ МЕЖВИДОВОЙ ПЕРЕНОС ЭЛЕКТРОНОВ



QUORUM SENSING (QS) – ЧУВСТВО КВОРУМА

Клетки производят сигнальные молекулы, индуцирующие процессы, важные для сообщества в целом (деление, остановку деления, экспрессия важных генов – например, гена люминисценции у *Aliivibrio fischerii*)

Aliivibrio fischeri - симбионт кальмара, вызывает свечение частей его тела, но при свободном планктонном росте не светится



QUORUM SENSING (QS) – ЧУВСТВО КВОРУМА

Общение посредством специфических сигнальных молекул, необходимое для координации членов сообщества

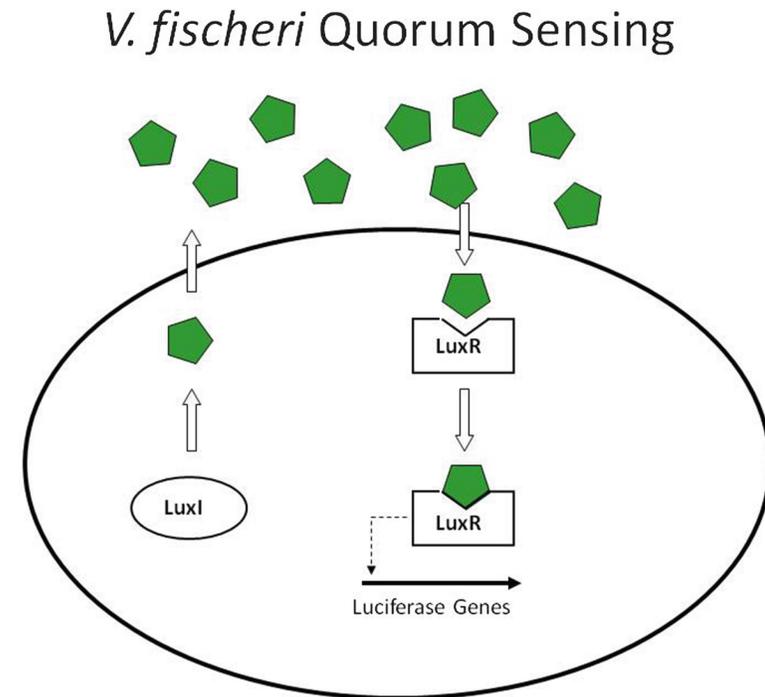
Система:

сигнальная молекула (индуктор)

рецептор

фактор транскрипции

фермент, катализирующий синтез индуктора



QUORUM SENSING (QS) – ЧУВСТВО КВОРУМА

Сигнальные молекулы:

Грам-отрицательные бактерии
(включая патогенов)

ацилгомосеринлактоны (ACL)

Escherichia coli, Salmonella

Адреналин и норадреналин

Грам-положительные бактерии
(*Staphylococcus aureus,*
Enterococcus)

Короткие циклические пептиды

QUORUM SENSING (QS) – ЧУВСТВО КВОРУМА

Процессы, контролируемые QS:

Билюминисценция

Спорообразование

Продукция антибиотика

Образование биопленок

Синтез факторов вирулентности

ЭТИ ПРОЦЕССЫ МОЖНО РЕГУЛИРОВАТЬ ЧЕРЕЗ QS

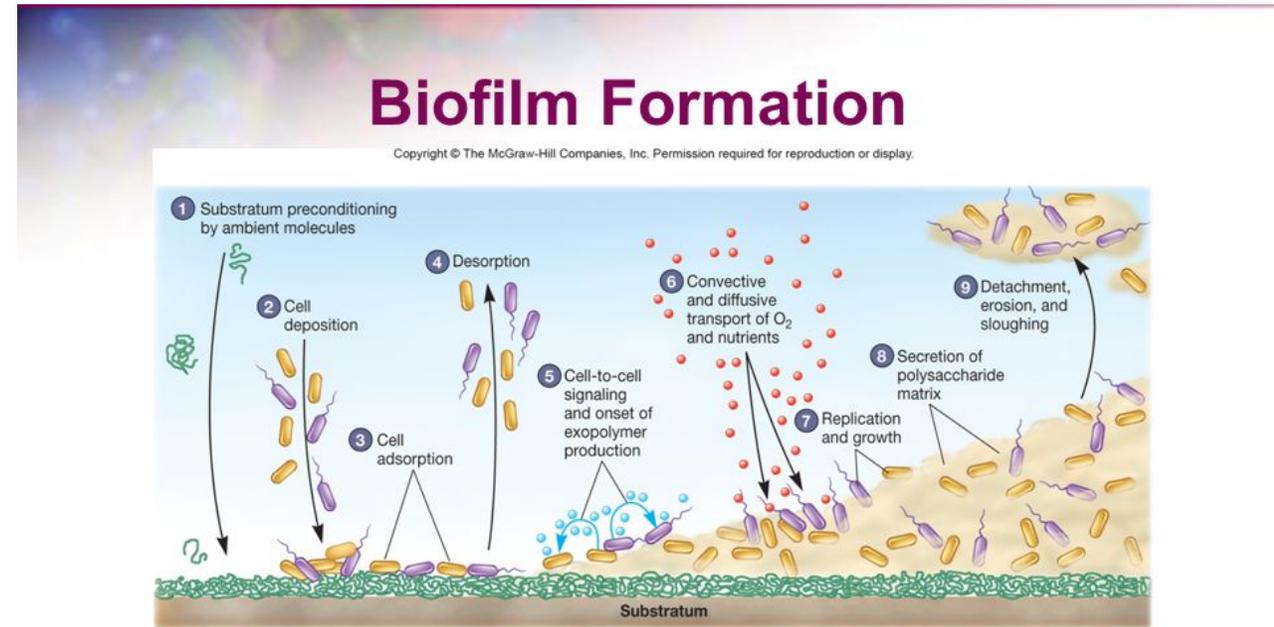
БИОПЛЕНКИ И ОБРАСТАНИЯ

Биопленки могут состоять из одного или нескольких видов организмов

Обладают повышенной устойчивостью (например, к антибиотикам)

Разделение функций микроорганизмов

Передача информации от клетки к клетке – **quorum sensing**



- Microbes **reversibly** attach to conditioned surface and release polysaccharides, proteins, and DNA to form the **extracellular polymeric substance (EPS)**
- Additional polymers are produced as microbes reproduce and biofilm matures

БИОПЛЕНКИ И ОБРАСТАНИЯ

С помощью QS происходит переход из планктонной формы существования в биопленку:

Увеличение числа клеток → увеличивается количество аутоиндуктора -> экспрессия генов, обуславливающих прикрепление к субстрату и образованием полимерного матрикса

БИОПЛЕНКИ И ОБРАСТАНИЯ

Биопленки и QS очень важны:

**для медицины (усугубляют течение болезни, затрудняют борьбу с ней);
с точки зрения повреждения различных материалов, например, трубопроводов;**

положительная роль – при разложении отходов в природе и очистных сооружениях.