

# ЛЕКЦИЯ 9

- Тема: «Участие микроорганизмов в синтезе и разложении природных веществ. Микроорганизмы-продуценты, консументы и редуценты.»

# Вопросы:

1. Жизнедеятельность микробов в природе.
2. Участие микроорганизмов в синтезе и разложении природных веществ.
3. Микроорганизмы – продуценты, консументы и редуценты.

Все живые организмы разделяются на три группы. Растения синтезируют органические вещества-их называют **продуцентами**.

Животные используют растительную биомассу для построения своего тела-**консументы**.

Тела животных и растений подвергаются разложению, органические вещества превращаются в минеральные под действием микроорганизмов-**деструкторов**.

Естественная среда обитания большей части живых организмов-**вода, почва и воздух**. Широкое распространение микроорганизмов в окружающей среде связано с лёгкостью их распространения по воздуху и воде.

В зонах обитания микроорганизмы образуют **биоценозы**-сложные ассоциации со специфическими взаимоотношениями. Каждое микробное сообщество в конкретном биоценозе образуют *специфичные* **аутохтонные** микроорганизмы, то есть микробы, присущие конкретному месту обитания. В эти сообщества могут внедряться *чужеродные виды*- **аллохтонные** микробы.

Наиболее крупными экосистемами биосферы являются *водные, почвенные и воздушные*. Микроорганизмы занимают в них важное место или являются единственными формами жизни.

В пресных водоёмах имеются *аэробные и анаэробные зоны*. Когда глубинные воды озёр, богатые питательными веществами, попадают на поверхность, начинается массовое размножение цианобактерий, диатомных, жгутиковых и зелёных водорослей. Продуцирование биомассы происходит за счёт органического вещества из окружающей среды. Частицы целлюлозы опускаются на дно озера и разлагаются. В начальной аэробной стадии разложения расходуется кислород, а на дне образуются анаэробные условия и образуются органические продукты брожения- $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$ .

Наиболее распространёнными и глобальными процессами синтеза природных веществ являются *процессы усваивания микроорганизмами в биосфере углерода, кислорода, азота, серы, фосфора, железа и других макро- и микроэлементов* и включение их в состав неорганических и органических, в том числе , белковых молекул.



- *Азотфиксирующие бактерии*, обладающие способностью поглощать и связывать молекулярный азот из атмосферы, аккумулируют в биосфере от  $44 \times 10^6$  до  $20 \times 10^7$  т/год азота. Бобовые растения в симбиозе с микроорганизмами способны обогащать почву азотом. Примерно 70% азота, который растения получают из почвы, накоплено биологическим путём. Такой азот не только дешёв, но и безвреден.

*Продукты гниения белков и разложения мочевины- аммиак и аммиачные соли-* могут непосредственно усваиваться растениями, но обычно превращаются в **нитраты**- соли азотной кислоты.

*Автотрофные бактерии- нитрификаторы* в результате биохимического окисления образуют на гектар до 300 кг доступных для растений **нитратов**.

Микроорганизмы принимают активное участие в превращениях химических элементов. **Концентрирование некоторых химических элементов** является важным фактором нормальной жизнедеятельности высших растений, почвенной и водной микробиоты.

*Микроорганизмы являются рекордсменами по извлечению металлов из окружающей среды. В биогеохимических процессах, обусловленных жизнедеятельностью почвенных бактерий, участвуют огромные массы химических элементов.*

В аэробных условиях все органические вещества подвергаются распаду. В природе всегда найдутся микроорганизмы, способные полностью или частично расщепить самое сложное вещество, а продукты его распада будут использованы другими микроорганизмами.

В настоящее время одно из главных требований к промышленности заключается в том, чтобы *любое синтетическое вещество*, которое попадает в природную среду, разлагалось микроорганизмами.

Ферментативное расщепление целлюлозы происходит под воздействием **целлюлазы**. В систему целлюлазы входит **три фермента**:

1. *Эндо- $\beta$ -1,4-глюконаза* разрывает  $\beta$ -1,4-связи макромолекулы с образованием больших фрагментов.

2. *Экзо- $\beta$ -1,4-глюконаза* отщепляет дисахарид целлобиозу.

3.  *$\beta$ -глюкозидаза* осуществляет гидролиз целлобиазы с образованием **ГЛЮКОЗЫ**.

**В аэробных условиях** значительная роль в разложении целлюлозы принадлежит **грибам**. Они эффективнее бактерий, особенно в кислых почвах, разлагают целлюлозу древесины, которая содержит большое количество **лигнина**. Большую роль в этом процессе играют грибы родов-*Fusarium*, *Chaetomium*, *Aspergillus*, *Botritis*, *Trichoderma* и др.

Использовать целлюлозу как питательный субстрат в аэробных условиях могут: *Pseudomonas fluorescens var. cellulose* (когда в среде отсутствуют другие источники углерода), *Cellulomonas* (коринеформная бактерия). Последний микроорганизм предполагали использовать в качестве продуцента белка из целлюлозы.

Актиномицеты:

*Micromonospora chalcea, Streptomyces cellulose, Streptosporangium.*



В анаэробных условиях целлюлозу расщепляют термофильные и мезофильные клостридии. *Clostridium thermocellum*-в качестве источника углерода используют целлюлозу, источника азота- соли аммония. Глюкозу и другие сахара- не утилизируют. Продуктами метаболизма целлюлозы являются: этанол, уксусная, муравьиная и молочная кислоты, водород и углекислый газ.

В рубце крупного рогатого скота бактерии перерабатывают полимерные углеводы кормов в простые соединения: жирные кислоты и спирты. Из целлюлозы, крахмала, фруктозана и ксилана образуются в основном жирные кислоты. Расщеплять целлюлозу в рубце способны: *Ruminococcus albus* и *Ruminococcus flavefaciens*, *Bacteroides succinogenes*, *Clostridium cellobioparum* и др.

Ксилан ( гемицеллюлоза ) расщепляется быстрее и большим числом видов микроорганизмов, чем целлюлоза. Многие микроорганизмы, разлагающие целлюлозу, наряду с целлюлазой, образуют и ксилазу. На попавший в кислую почву ксилан в основном воздействуют ферменты грибов, а в нейтральных и щелочных почвах - бациллы, *Sporoscytophaga* и другие бактерии.

**Крахмал**- это главное запасное вещество растений. Растительный крахмал состоит из двух глюкоанов- **амилазы** (15-27%) и **амилопектина**. Амилопектин представляет собой поли-  $\alpha$ - 1,4-D – глюкозу, но его молекула, подобна молекуле гликогена, разветвлена благодаря наличию 1,6- связи. Амилопектин содержит остатки фосфорной кислоты, а также ионы магния и кальция. Крахмалы разного происхождения различаются по разветвленности цепи амилопектина, степени полимеризации и другим свойствам.

Растения некоторых семейств запасают вместо крахмалов (глюканов)- **фруктаны**. В клубнях сложноцветных (например, георгин) содержится фруктан- **инулин**. Ферменты, расщепляющие фруктаны, были выделены из *Aspergillus niger*.

**Маннаны** содержатся в древесине некоторых хвойных пород, а также в растворимой форме они могут быть экстрагированы из дрожжевых клеток.

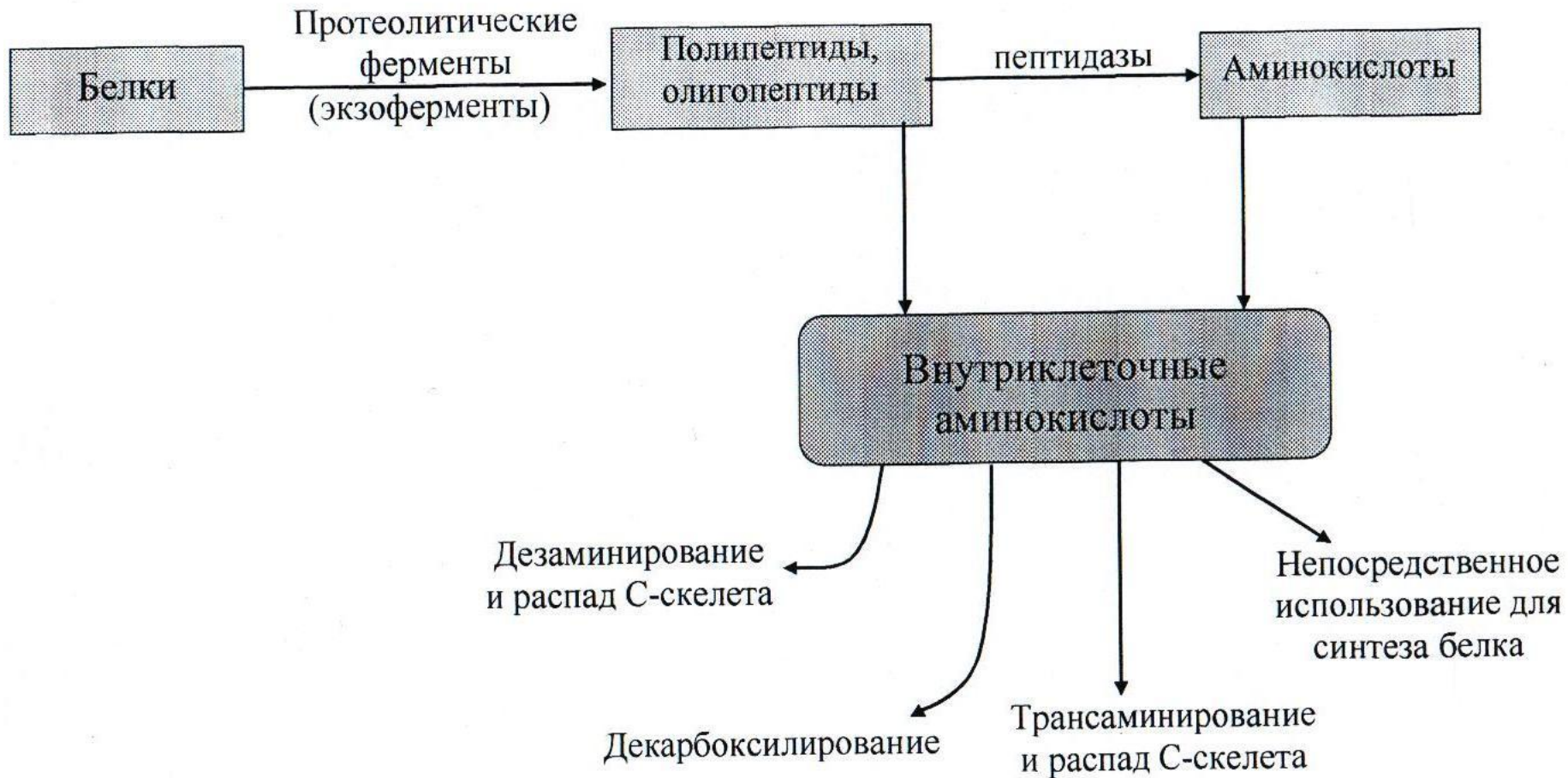
**Способность расщеплять пектин** присуща многим грибам и бактериям. Патогенность различных микроорганизмов (*Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* и др.) для растений связана с выделениями ферментов, растворяющих пектины. *Erwinia carotovora* вызывает распад тканей у салата, моркови, сельдерея и др.

Микроорганизмы воздействуют на **ХИТИН** с помощью экзоферментов. *Streptomyces griseus* выделяют два фермента- **хитиназу** и **хитобиазу**. Расщепление хитина происходит в результате одновременного воздействия хитиназы на участки полимерной цепи хитина. В результате этого образуются *хитобиозы* и *хитотриозы*, которые затем расщепляются *хитобиозой* до мономеров.

Разрушающие древесину базидиомицеты можно разделить на две группы. Возбудители **бурой гнили** превращают древесину в красновато-коричневую массу. Они *разрушают целлюлозные и гемицеллюлозные компоненты древесины и не действуют на фенилпропановые полимеры*. Возбудители **белой гнили** разрушают древесину с образованием белой массы. Они *действуют на лигнин и почти не затрагивают целлюлозу*. К грибам, разрушающим лигнин относятся *Polystictus versicolor* и некоторые другие виды.



Бактерии окисляющие **метан**, вместе с другими микроорганизмами, способными использовать метанол, метилированные амины, относят к **метилотрофным организмам**. В накопительных культурах с метаном, как единственным источником углерода и энергии, развиваются метилотрофные бактерии: *Methylobionas*, *Methylococcus*, *Methylosinus*.



**Рисунок – Распад белков вне и внутри бактериальной клетки и возможные дальнейшие превращения аминокислот**

**Распад белков в почве** сопровождается образованием *аммиака* (*аммонификация*). В разложении белков участвуют грибы и бактерии, в том числе *Bacillus cereus*, *Pseudomonas*, *Proteus vulgaris* и др.

**Аммонификация белковых веществ**- первый микробиологический процесс по превращению азотистых соединений в природе.

Разложение белков происходит под действием **экзоферментов**.

Микроорганизмы могут усваивать только *растворимые продукты гидролиза белка: пептоны и аминокислоты*. Микробы, не образующие ферментов, расщепляющих белок до аминокислот, естественными белками питаться не могут. В процессе аммонификации образуется большое количество аммиака, который идет на синтез азотистых соединений.

Микроорганизмы- **продуценты, консументы и редуценты** представляют собой отдельные трофические категории функциональной структуры каждой экосистемы.

**Продуценты**- автотрофные организмы, которые с использованием солнечной энергии строят из неорганических соединений богатую энергией биомассу.

**Консументы**- гетеротрофные организмы, которые используют органический материал для получения и накопления энергии.

**Редуценты** (деструкторы)- гетеротрофы, которые разрушают отмершие остатки биомассы, разлагают их на неорганические соединения (минерализация).

**Симбиоз**- сожительство нескольких различных организмов.

Виды симбиоза между живыми организмами:

1. **Мутуализм**- взаимовыгодный симбиоз. Сожительство создает благоприятные условия для обоих партнёров.
2. **Коменсализм**- разновидность симбиоза, при котором создаются благоприятные условия только для одного из партнеров, не принося вреда другому.
3. **Паразитизм**- вид симбиоза, при котором один из партнеров испытывает вредное воздействие другого.
4. **Нейтрализм**- партнеры не оказывают друг на друга никакого влияния.

**Метабиоз**- вид симбиоза микроорганизмов, когда одни виды используют для своей жизнедеятельности продукты метаболизма других видов микроорганизмов.

**Сателлизм**- вид симбиоза микроорганизмов, когда продукты метаболизма одного вида активируют физиологические функции другого микроорганизма.

**Микробный антагонизм**- вид взаимоотношений разных видов микроорганизмов, предполагающий угнетение физиологических функций одного вида другим видом. Антагонистические взаимоотношения особенно выражены в местах естественного обитания большого числа разных видов микроорганизмов (почва, ЖКТ, кожные покровы и др.), имеющих одинаковые пищевые и энергетические потребности. Воздействие на конкурента может быть пассивным или активным.