

## **Понятие о микробной популяции, ассоциации, микробоценозе. Экосистема. Микробные сообщества в природе**

Популяция микроорганизмов – совокупность особей одного вида, относительно длительно обитающих на определенной территории и способных к обмену генетическим материалом.

Популяции бактерий состоят из клонов – потомков отдельных клеток. В микробиологии понятие «популяция микроорганизмов» иерархично: от относительно небольших групп клонов – микропопуляций до очень крупных популяционных систем. К тому же в микробиологии в качестве популяции рассматривают лабораторную чистую культуру (монокультуру). Чистая культура бактерий никогда не бывает однородной из-за происходящих в ней ненаправленных мутаций, частота которых незначительна и обычно составляет  $10^{-6}$ – $10^{-7}$ . Могут происходить мутации с большей частотой  $10^{-2}$ – $10^{-4}$ , это явление получило название «диссоциация бактерий». В процессе диссоциации возникают варианты бактерий, различающиеся морфологическими, физиологическими и биохимическими свойствами. Мутации обеспечивают адаптивность бактерий к постоянно меняющимся условиям существования.

Границы, объем и состав природных популяций бактерий оценить сложно, т.к.: 1) недостаточно разработаны соответствующие методы; 2) недостаточно видовых критериев для многих видов бактерий. Особенность природных популяций: способность бактерий в течение длительного времени находится в состоянии анабиоза. Теоретически: при температуре 20<sup>0</sup>С бактерии могут сохранять жизнеспособность в течение 15 тыс. – 1,3 млн. лет.

Характеристики популяций:

- 1) численность особей в популяции (выражается, например, в кл/мл в жидких средах и в кл/г в твердых субстратах); для бактериальных популяций характерна высокая численность, но при этом низкая биомасса;
- 2) плотность популяции (выражается, например, в г/л в жидких средах и в г/кг в твердых субстратах); регуляция плотности популяции – изменение соотношения скорости роста и отмирания.
- 3) кворум – достаточная плотность популяции, необходимой для реализации некоторых микробных процессов, например:
  1. биолюминесценция (свечение) у морских бактерий;
  2. синтез факторов вирулентности у бактерий – возбудителей инфекций;
  3. образование антибиотиков.

Ассоциация – группа взаимодействующих популяций микроорганизмов разных видов, которые имеют общий участок среды обитания. Ассоциация не может осуществлять круговорот вещества в экосистеме и представляет отдельный ярус (например, включает всех продуцентов).

Особенности микробных ассоциаций:

- 1) более глубоко и эффективно утилизируют органические соединения, малопригодные для отдельных видов микроорганизмов (монокультур), объединенных в ассоциацию. Например, при производстве этанола из древесных опилок более эффективна ассоциация из двух видов: *Clostridium thermocellum* и *C. thermohydrosulfuricum*;
- 2) повышенный выход ценных соединений, чем в случае с монокультурой. Например, при производстве витамина В<sub>12</sub> используют ассоциацию *Pseudomonas sp.* и *Proteus vulgaris*;
- 3) ассоциации микроорганизмов синтезируют соединения, не характерные для отдельных культур, объединенных в ассоциацию. Например, аминокислоты;
- 4) ассоциации бактерий устойчивы к заражению (внедрению видов – чужаков) в условиях биореактора.

Примером природных ассоциаций служат микробные маты (подушкообразные образования, плавающие на поверхности воды) геотермальных вод Камчатки и Исландии, при разных температурных условиях складываются ассоциации с различным видовым составом. В таких ассоциациях широко распространена химическая коммуникация (одни виды передают другим различные соединения, например, органические кислоты, аминокислоты, витамины, пептиды и т.п.).

Микробный ценоз (микробоценоз) – самая крупная единица классификации микробных сообществ, представляет собой совокупность микроорганизмов, населяющих участок среды обитания с более или менее однородными условиями (микроклимат, водный режим, геологическое строение) и осуществляющих трансформацию органических и минеральных веществ данного биогеоценоза. Микробоценоз как система надорганизменного уровня не имеет определенной (специфической) внешней формы и пространственных границ. Компоненты одного микробного ценоза могут накладываться на другие, создавая сложную структурную картину.

Структура микробного ценоза:

- 1) групповой и видовой составы микроорганизмов;
- 2) микробный пейзаж, т.е. пространственное расположение компонентов ценоза (аэробные бактерии занимают места, где есть кислород, анаэробные – где он отсутствует, фотосинтезирующие бактерии обитают в тех областях, куда доходит солнечный свет и т.п.);
- 3) вся совокупность связей и зависимостей между микроорганизмами, осуществляющих те или иные функции в данном ценозе.

Примеры микробоценозов: микробоценоз почвы (конкретной, например – чернозема, дерново-подзолистой и т.п.), микробоценоз водоема (конкретного, например – пруда, озера и т.п.), микробоценоз воздуха (м.б. конкретного помещения).

Экосистема – система совместно функционирующих организмов на данном участке и взаимодействующая со средой таким образом, что поток энергии создает четко определенные биологические структуры и круговорот веществ между живой и неживой природой.

Структура экосистемы:

1) абиогенная среда (химические элементы, вода и ее химический состав, газовый состав, особенности рельефа, рН среды и пр.);

2) продуценты (автотрофы) – организмы, образующие органическое вещество из неорганического (фото- и хемоавтотрофы).

- фотоавтотрофы – высшие и низшие растения, а также бактерии (зеленые, пурпурные, цианобактерии), осуществляют фотосинтез, используя энергию солнечного света. Особенности бактериального фотосинтеза (эволюционно более древнего, чем фотосинтез растений): 1) происходит в анаэробных условиях; 2) аноксигенный, т.е. идет без выделения кислорода (у цианобактерий – оксигенный, т.е. кислород выделяется).

- хемоавтотрофы – только бактерии, осуществляют хемосинтез – образование органических веществ из неорганических за счет энергии, получаемой при окислении неорганических соединений (серобактерии, железобактерии, водородокисляющие бактерии).

3) консументы (гетеротрофы) – организмы, использующие готовые органические вещества. Бактерии как консументы в природе играют незначительную роль. Например, *Vampirovibrio chlorellavorus* – облигатный паразит водоросли *Chlorella*, для роста нужны только живые клетки

водоросли; *Bdellovibrio bacteriovorus* – паразит грамотрицательных бактерий (например, бактерий группы кишечной палочки);

4) редуценты (гетеротрофы) – разлагают органическое вещество до неорганического. Как редуцентам бактериям нет равных, т.к. они разлагают органическое вещество различного происхождения (в том числе и ксенобиотики) и в аэробных, и в анаэробных условиях; у бактерий широкий набор ферментов, деградирующих различные классы органических веществ.