

# **ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МИКРОБИОЛОГИИ**

# Определение понятия «экологическая микробиология»

- раздел общей микробиологии, изучающий взаимоотношения микроорганизмов:
  - между собой,
  - с объектами внешней среды,
  - с макроорганизмом.

# Классификация бактерий по типу экологической связи с макроорганизмом

- **Сапрофиты** - гетеротрофы, утилизирующие органические остатки отмерших организмов
- **Паразиты** (греч. parasitos – нахлебник) - гетеротрофы, способные вызывать заболевания у человека и животных:
  - **Факультативные**
  - **Облигатные** - живут только внутри клеток хозяина, например: риккетсии

# Типы взаимоотношений микроорганизмов в биоценозах

- **Симбиоз** = содружество – совместное длительное существование микробов в долгоживущих сообществах
- **Антагонизм** – тип отношений, когда одному организму или обоим наносится вред.

# Типы взаимоотношений микроорганизмов в биоценозах

- Симбиоз:
  - **Эктосимбиоз** – один партнер находится вне клеток другого. Н-р, кишечная палочка и бифидумбактерии;
  - **Эндосимбиоз** – один партнер находится внутри другого. Н-р, гонококк и трихомонада;

# Варианты симбиотических отношений в микробиоценозах

- **1. Нейтрализм** = индифферентные отношения – когда обитающие в одном биотопе популяции не оказывают друг на друга ни стимулирующего, ни подавляющего действия.

*Н-р, в ЖКТ между видами, пищевые и топические интересы которых*

*различны*

# Варианты симбиотических отношений в микробиоценозах

- **2. Мутуализм** = взаимовыгодные отношения – полная степень взаимозависимости симбионтов, при которой они выполняют разные, дополняющие друг друга, жизненные функции.

# Примеры мутуализма

## а) в кефире молочнокислые бактерии и дрожжи:

- молочнокислые бактерии → молочная кислота → кислая среда – благоприятна для дрожжей,
- дрожжи → устраняют избыток молочной кислоты, вредный для бактерий,
  - обогащают среду витаминами, их отмирающие клетки – азотное питание бактерий,

# Примеры мутуализма

б) чайный гриб = уксуснокислые бактерии и дрожжи:

- дрожжи → спирт – энергетический материал для бактерий,

- бактерии → окисляют спирт → уксусная кислота → кислая среда - благоприятна для дрожжей.

# Варианты симбиотических отношений в микробиоценозах

- 3. Комменсализм (нахлебничество) – выгоду извлекает один партнер, не причиняя вреда другому (комменсалы питаются остатками пищи хозяина, которые в его рационе не имеют значения).

# Примеры комменсализма

- 1. Аммонифицирующие и нитрифицирующие бактерии:  
аммонифицирующие → аммиак  
→ нитритные его окисляют → азотная кислота → используют нитратные;

# Примеры комменсализма

- 2. Целлюлозоразлагающие бактерии и азотобактер:

Целлюлозоразлагающие бактерии разлагают клетчатку → глюкоза и органические кислоты ← их использует азотобактер;

# Варианты симбиотических отношений в микробиоценозах

- 4. Сателлизм – продукты метаболизма одних микроорганизмов стимулируют рост других.

*Н-р,* стафилококки и сарцины →  
ростовые факторы → стимулируют  
рост гемофилов

# Варианты антагонистических отношений в микробиоценозах

- 1. Конкуренция (антагонизм) – подавление одной популяции другой.

Наиболее конкурентноспособными являются грибы родов *Mucor*, *Rhizopus*, т.к. их гифы растут быстрее.

# Варианты антагонистических отношений в микробиоценозах

- 2. Хищничество – один организм поедает другой.

Н-р, 1. поедание бактерий простейшими (амебы, трихомонады),

2. Водные вибрионы рода *Vdellovibrio* прикрепляются к энтеробактериям и питаются их цитоплазмой

# Варианты антагонистических отношений в

## микробиоценозах

- 3. Паразитизм – одна популяция (паразит), нанося вред другой популяции (хозяину), извлекает для себя пользу.

Паразиты м.б.:

- Внутриклеточные (вирусы, риккетсии, хламидии),
- Внеклеточные (большинство бактерий и простейших);

# Варианты антагонистических отношений в микробиоценозах

Паразиты м.б.:

- **Облигатные** – полностью утратили собственные метаболические возможности и живут разрушая ткани хозяина (**вирусы**),
- **Факультативные** – в разных условиях ведут себя по-разному: то как сапрофиты, то как паразиты (большинство **условно-патогенных бактерий**).

# антагонистических

## отношений в

### микробиоценозах

- 4. Антибиоз – один организм угнетает развитие другого.

Н-р,

- плесневые грибы р. *Penicillium* → гноеродные кокки,
- продукты метаболизма молочнокислых бактерий в ЖКТ → рост гнилостных бактерий.

# Микрофлора ПОЧВЫ

▶ Максимальное количество микроорганизмов расположено на глубине 10 – 20 см.

▶ Основные обитатели почвы:

- азотфиксирующие (азотобактер, азомонас, микробактериум),
- аммонифицирующие (бациллы, псевдомонады, протей),
- гнилостные (кlostридии),
- почвообразователи (грибы, простейшие).

# Микрофлора ПОЧВЫ

▶ Патогенные микробы попадают в почву:

-из организма людей и животных,

- со сточными бытовыми и промышленными водами,

- с мусором.

# Выживаемость в почве болезнетворных микроорганизмов

- аспорогенные виды бактерий и вирусы – от нескольких дней до нескольких месяцев:
  - Возбудитель дизентерии - 10 дней - 9 мес.,
  - Возбудитель туберкулеза – 3 - 7 мес.

# Выживаемость в почве болезнетворных микроорганизмов

- споры возбудителей столбняка, гангрены, ботулизма – годы,
- споры возбудителя сибирской язвы – свыше 150 лет,
- возбудители ботулизма, актиномикоза глубоких

# Оценка санитарного состояния почвы

- 1. Санитарно-показательные микробы = бактерии группы кишечной палочки (БГКП) – показатели фекального загрязнения - те представители нормальной микрофлоры кишечника, срок выживания которых в почве примерно равен срокам выживания в ней патогенных бактерий кишечной группы, главный – *E. coli*.

# Оценка санитарного состояния почвы

- 2. Степень фекального загрязнения:
  - Свежее – в почве обнаруживаются энтерококки и кишечная палочка,
  - Несвежее – обнаруживаются цитробактер и энтеробактер,
  - Давнее – спорообразующие палочки *Clostridium perfringens*, *C. sporogenes*.

# Оценка санитарного состояния почвы

▶ 3. Определение общего микробного числа (ОМЧ):

**микробное число** (ОМЧ) – общая численность бактерий в 1 г почвы.

# Оценка санитарного состояния почвы

## ► 4. Оценка фекального загрязнения:

- **коли-титр** – минимальная масса почвы (в граммах), в которой обнаруживается 1 особь БГКП,
- **коли-индекс** – количество БГКП в 1 г почвы,
- **перфрингенс-титр** – минимальная масса почвы ( в граммах), в которой обнаруживаются *Clostridium perfringens*.

# Микрофлора воды

## ▶ Основные обитатели воды:

- псевдомонады,
- аэромонас,
- микрококки,
- грибы.

## ▶ Особенно много микроорганизмов:

- в стоячей воде,
- в илистых отложениях на дне.

В грунтовых водах – единичные микроорганизмы.

# Микрофлора воды

▶ Патогенные микробы попадают в воду:

- с неочищенными отходами и сточными водами,
- при купании людей и животных,
- при полоскании белья.

# Выживаемость в воде болезнетворных микрорганизмов

- ▶ **Сроки выживания** зависят от:
  - Вида микроорганизма,
  - Концентрации микробной взвеси,
  - Температуры воды,
  - Содержания органических веществ.

# Выживаемость в воде болезнетворных микроорганизмов

## ▶ Длительность выживания:

- шигеллы, холерный вибрион, бруцеллы – от нескольких дней до нескольких недель,
- энтеровирусы, вирус гепатита А, сальмонеллы, лептоспиры – несколько месяцев,
- споры – годы.

# Оценка санитарного состояния **ВОДЫ**

- 1. Определение **общего микробного числа (ОМЧ)** = количество микроорганизмов в 1мл воды, выросших при посеве на питательный агар и культивировании при 37 градусах 24 часа.

# Оценка санитарного состояния **ВОДЫ**

- 2. Санитарно показательные микроорганизмы = БГКП.
- 3. Определение **коли-титра** и **коли-индекса**
  - **коли-титр** – минимальное количество воды в мл, в котором обнаруживаются БГКП
  - **коли-индекс** – количество БГКП в 1 л воды

# Показатели нормы для питьевой воды

- коли-индекс:  $\leq 3$  (в 1 л),
- коли-титр:  $\geq 300$ ,
- микробное число:  $\leq 100$ .

# Микрофлора воздуха

1. Все микробы – заносные.

2. Разделяют:

- атмосферный воздух – споры (грибов, актиномицетов, бацилл) + пигментообразующие бактерии,
- воздух жилых помещений – микрофлора дыхательных путей и кожи человека.

# Микрофлора воздуха

3. Через воздух **распространяются:**

- возбудители острых респираторных инфекций,
- туберкулеза,
- дифтерии,
- коклюша,
- скарлатины,
- натуральной оспы и др.

# Оценка санитарного состояния **воздуха**

- определение **общего микробного числа (ОМЧ)** – количества микроорганизмов в 1 кубическом метре воздуха.
- присутствие **санитарно-показательных микроорганизмов** для воздуха жилых помещений:  
**гемолитический стрептококк и золотистый стафилококк.**

**МИКРОФЛОРА  
ОРГАНИЗМА  
ЧЕЛОВЕКА**

# Общая характеристика микробиоты организма человека

- **Облигатная**
  - (постоянная = резидентная = индигенная = аутохтонная)
  - закономерно встречающаяся
- **Факультативная**
  - (случайная = транзиторная = аллохтонная)
  - Зависящая от:
    - поступления из окружающей среды,
    - состояния иммунной системы

# Микрофлора кожи человека

- Анаэробов в 2-10 раз больше аэробов
- Состав:
  - **собственная**: стафилококки эпидермальные, коринебактерии, пропионебактерии, микрококки, пептострептококки, стрептококки, дермабактер
  - **транзиторная**: стафилококки золотистые, стрептококки гемолитические, кишечная палочка, грибы, аэробные и анаэробные бациллы

# Микрофлора кожи человека

- При ослаблении иммунитета - ↑ кол-во грам-бактерий,
- **В норме** на  $1\text{см}^2$  - 80 000 КОЕ,
- **в увлажненных местах** (подмышки, паховые складки, между пальцами) –  $10^6$  КОЕ/ $\text{см}^2$  → обуславливают запах
- У детей преобладают дифтероиды,
- У пожилых – кишечная палочка и грибы рода кандида

# Микрофлора ротовой полости

- более 100 видов
- В 1 мл слюны  $10^8$
- Анаэробов больше аэробов в 100 раз

# Микрофлора ротовой полости

- **Состав:**

1. **постоянно обитающие микроорганизмы:**  
стрептококки, стафилококки, нейссерии, вейлонеллы, лактобактерии, бактероиды, коринебактерии;
2. **часто встречающиеся микроорганизмы:**  
гемофильные палочки, трепонемы, кандиды, актиномицеты, микоплазмы, простейшие (энтамеба гингивалис, трихомонас тенакс);
3. **факультативные микроорганизмы:**  
кишечная палочка, протей, синегнойная палочка, бациллы, клостридии, энтеробактерии, клебсиеллы.

# Микрофлора ротовой полости

- **Топографическое распространение –**
  - Сосочки языка = *S. salivarius*
  - Зубы = *S. mutans*
  - Язык, десневые карманы, зубная бляшка = актиномицеты

# Микрофлора

## верхних дыхательных путей

- **Нос:** Бактероиды, гемофилы, лактобактерии, гемолитический стрептококк, стафилококки, дифтероиды, нейссерии, пептококки, пептострептококки.
- **Трахеи, бронхи, альвеолы** - стерильны

# Микрофлора желудка

- ▶ **Желудок** = «стерильная камера» - содержит соляную кислоту, пепсиноген,
- **Флора бедна:** на 1 г содержимого  $-10^3$  КОЕ
- **Состав:** Лактобациллы, дрожжи, единичные кокки, грамотрицательные бактерии
- *При гастритах – хеликобактер*

# Микрофлора кишечника

- ▶ Количество микроорганизмов:
  - Тонкая кишка -  $10^5$  -  $10^8$  КОЕ/мл,
  - Толстая кишка –  $10^{12}$  КОЕ/г, 95% - анаэробы

# Микрофлора кишечника

## ► Состав:

- **Преобладают:** бифидобактерии, лактобактерии, бактероиды.
- **В большом количестве:** E. coli, энтерококк.
- **В небольшом количестве:** др. энтеробактерии, стафилококки, кандиды, клостридии.

# Микрофлора кишечника

## ► По локализации:

- **Мукозная** = тесно связана с муциновым слоем, плотно выстилает стенки полостей,
- **Просветная** = не связана со стенками,
- **Пристеночная** = слабо связана со стенками полостей.

# Значение нормальной микрофлоры тела человека

▶ 1. Фактор неспецифической резистентности организма – антагонизм к патогенным видам.

▶ 2. Участвует:

- в процессах пищеварения,
- водно-солевом обмене,
- обмене белков, углеводов и жирных кислот,
- Продукции антибиотиков, витаминов, токсинов.

В целом – способствует нормальному функционированию желудочно-кишечного тракта.

# Значение нормальной микрофлоры тела человека

- ▶ 3. Участвует в переваривании и детоксикации метаболитов – равносильно печени,
- ▶ 4. Способствует организации, созреванию и функционированию иммунной системы.

# Эубиоз

- ▶ – это динамическое равновесие нормальной микрофлоры и организма человека

# Дисбиоз (дисбактериоз)

▶ Нарушение качественного и количественного состава микробиоценоза .

▶ Дисбиозы классифицируют:

А) по этиологии – грибковый, стафилококковый, протейный,

Б) по локализации – рта, кишки, влагалища

# Дисбиоз (дисбактериоз)

► Дисбиозы классифицируют:

**В) по степени поражения:**

- 1 – уменьшение кол-ва бифидо- и лактобактерий на 1-2 порядка,
- 2 – уменьшение кол-ва кишечной палочки с нормальной ферментативной активностью и увеличение кол-ва лактозонегативной кишечной палочки,
- 3 – появление условно-патогенных микроорганизмов (УПМО) – в кол-ве  $10^5$  КОЕ/г и более:
  - лактозонегативная кишечная палочка,
  - гемолитическая кишечная палочка,
  - ассоциации микроорганизмов

# Принципиальные подходы к нормализации дисбиоза

- 1. Устранение причины, вызвавшей дисбиоз.
  - 2. Проводят **селективную деконтаминацию** - избирательное удаление из пищеварительного тракта аэробных бактерий и грибов для повышения сопротивляемости организма.
- =н-р, назначают ванкомицин, гентамицин и нистатин.

# Принципиальные подходы к нормализации дисбиоза

- ▶ 3. Назначают **эубиотики/пробиотики/синбиотики** (препараты, содержащие живые культуры нормальных обитателей кишечника).
- ▶ 4. Назначают **бактериофаги** = вирусы бактерий, убивающие патогенные микроорганизмы и не нарушающие состав нормофлоры организма.

# Классификация эубиотиков

► **1.эубиотики** - препараты содержащие живые культуры микроорганизмов - нормальных обитателей кишечника:

– бифидобактерий –  
**бифидумбактерин,**

– лактобактерий –  
**лактобактерин,**

– кишечной палочки –  
**колибактерин,**

– бифидобактерий и кишечной палочки – **бификол** и др.

# Классификация эубиотиков

- **2.пробиотики** - препараты, содержащие живые культуры нормальных обитателей кишечника и вещества микробного происхождения, стимулирующие развитие нормальной микрофлоры:
- **бифидумбактерин форте и пробифор** – м/о, адсорбированные на косточковом активированном угле,
  - **бифилиз** – бифидумбактерии бифидум  $-10^8 + 10$  мг лизоцима,
  - **хилак форте** - 2 вида лактобактерий (ацидофилюс + хелветикус) + кишечная палочка + энтерококк + молочная, фосфорная и лимонная кислоты, фосфорнокислый натрий и калий.

# Классификация эубиотиков

- **3. Пребиотики** – вещества немикробного происхождения, оказывающие положительное действие на организм хозяина через селективную стимуляцию роста или усиления метаболической активности нормальной микрофлоры:
- **Лактулоза** (аналоги нормазе, дюфалак, лактусан) – синтетический дисахарид,
  - **пантотенат кальция**,
  - **ПАМБА** (пара-амино-метил-бензойная кислота) = аналог - **амбен**.

# Классификация эубиотиков

► 4. **Синбиотики** = комбинация пробиотиков с пребиотиками = биологически активные добавки, обогащенные м/о

- **Биовестин-лакто** – бифидогенные факторы + биомасса бифидобактерий бифидум, адолесцентис и плантарум,

- **Мальтидофилюс** – мальтодекстрин, биомасса бифидобактерий бифидум, лактобактерий ацидофилус и болгарicum,

- **Бифидобак** - фруктоолигосахариды из топинамбура и комплекс из бифидобактерий и лактобацилл