

ЛЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ»

ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Основные понятия
2. Влияние физических факторов

Температура

а) Холодоустойчивость микроорганизмов

Влажность

Действие излучения:

а) ультрафиолетовые лучи и ионизирующее излучение

б) действие лазера

Ультразвук

Магнитное поле

Молекулярный кислород

3. Влияние химических веществ

Экология (греч.) - **oikos** – дом и **logos** – наука

экология микроорганизмов – наука о взаимоотношениях микроорганизмов друг с другом и с окружающей средой.

Степень приспособляемости вида к изменениям условий среды называют **экологической валентностью**.

Экологической валентностью вида микроорганизмов также называют его способность заселять среду проявляющуюся определенными изменениями экологических факторов.

Система мер, полностью предотвращающих проникновение микроорганизмов в макроорганизм при ранениях, хирургических вмешательствах, называется **асептикой**.

Обезвреживание микроорганизмов в ранах при помощи химических средств (раствора йода, перекиси водорода, калия перманганата, бриллиантового зеленого и др.) называется **антисептикой** (от греч. anti – против, septicus – гнилостный).

Бактериостаз (греч. bacterion – палочка, stasis – стояние на месте) – задержка роста и размножения бактерий, вызванная действием неблагоприятных химических или физических факторов. Прекращение действия фактора приводит к возобновлению роста и деления.

При длительном его воздействии может начаться гибель клеток, т.е. фактор проявляет **бактерицидность** (лат. caedere – убивать).

Стерилизацией называют уничтожение всех видов и форм микроорганизмов в/на объекте.

Температура

Жизнь организмов определяется температурой больше, чем каким-либо фактором внешней среды, в связи с тем, что все организмы построены из химических компонентов и все процессы жизни происходят на основе химических реакций, подчиненных законам термодинамики. Температура действует не только на скорость химических реакций, но также является причиной структурной перестройки протеинов, фазовых перемещений жиров, изменения структуры воды. Температурная амплитуда биохимической активности относительно мала в связи со специфическими свойствами биомолекул.

По отношению к температурным условиям микроорганизмы разделяют на **мезофильные, психрофильные и термофильные**. Деление бактерий на указанные группы довольно условно, так как температурные диапазоны их роста значительно перекрываются.

Большинство известных видов относится к **мезофилам**, у которых оптимальные температуры роста лежат между 30 и 40⁰, а температурный диапазон, в котором возможен рост находится между 10 и 45-50⁰. типичным мезофилом является *E. coli*: нижняя граница роста +10⁰, верхняя +49⁰, оптимальная температура +37⁰ при росте на богатой среде.

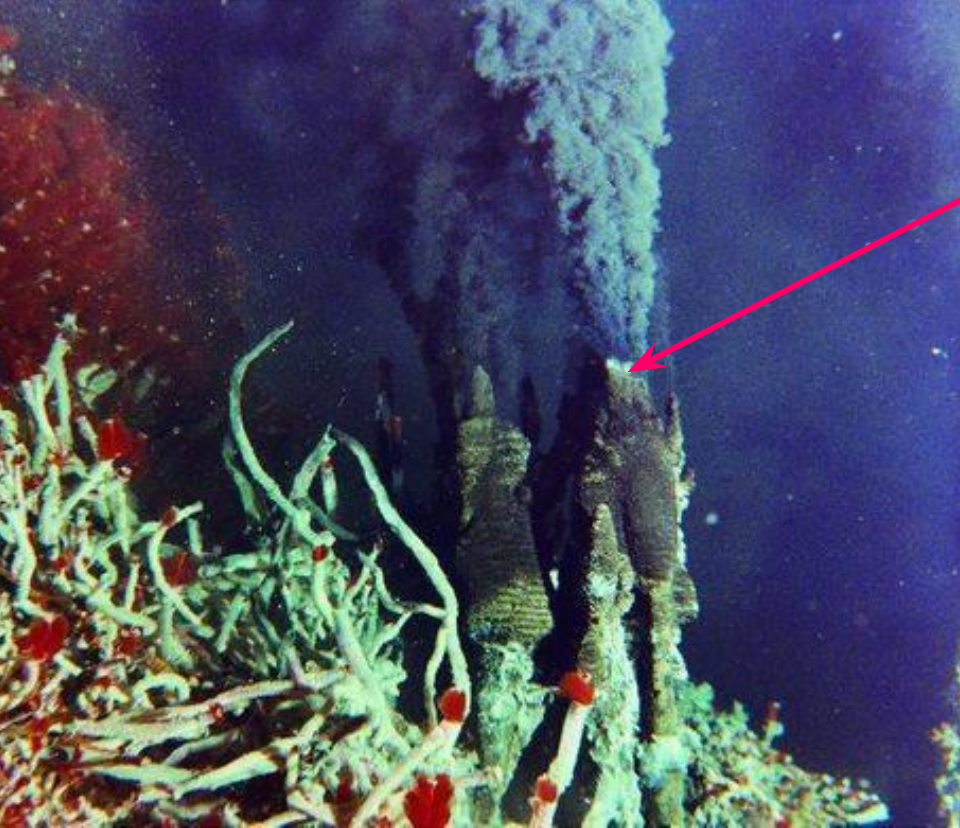
Психрофилы и факторы, определяющие возможность роста при низких температурах. Область температур роста психрофилов лежит в пределах от -10 до +20⁰ и выше. В свою очередь психрофилы делятся на облигатных и факультативных.

Термофилы и механизм термофилии. Группу термофилов делят на 4 подгруппы:

- **Термотолерантные** виды растут в пределах от 10 до 55 – 60⁰, оптимальная область лежит при 35 - 40⁰.
- **Факультативные термофилы** имеют максимальную температуру роста между 50 и 65⁰, но способны также к размножению при комнатной температуре (20⁰).
- К **облигатным термофилам** относят виды, обнаруживающие способность расти при температурах около 70⁰ и не растущие ниже 40⁰.
- Наконец, недавно обнаружены прокариоты, выделенные в подгруппу **экстремальных термофилов**. Для них характерны следующие температурные параметры: оптимум в области 80 – 105⁰, минимальная граница роста 60⁰ и выше, максимальная – до 110⁰. к экстремальным термофилам относятся организмы из группы архебактерий, не имеющие аналогов среди мезофилов, например представители родов *Thermoproteus*, *Pyrococcus*, *Picrodictium* и др.

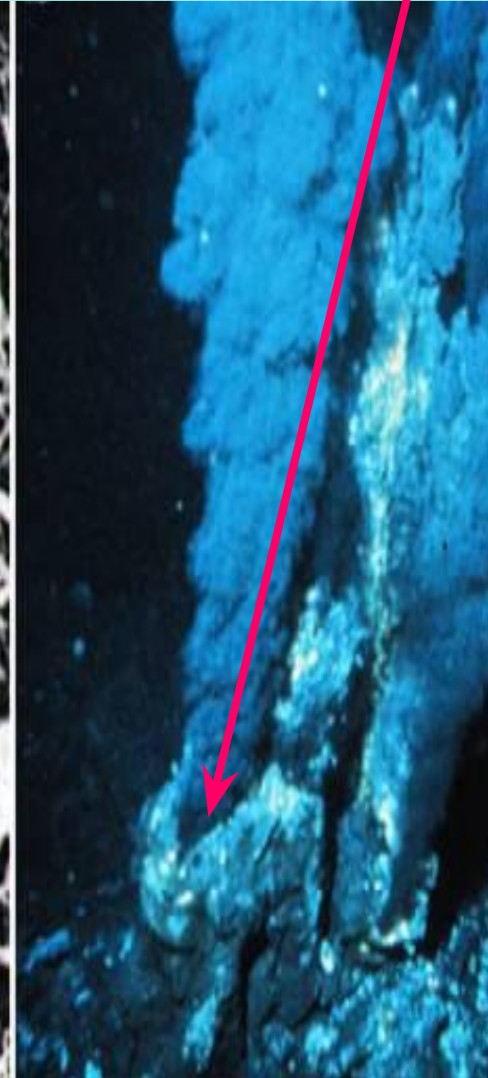
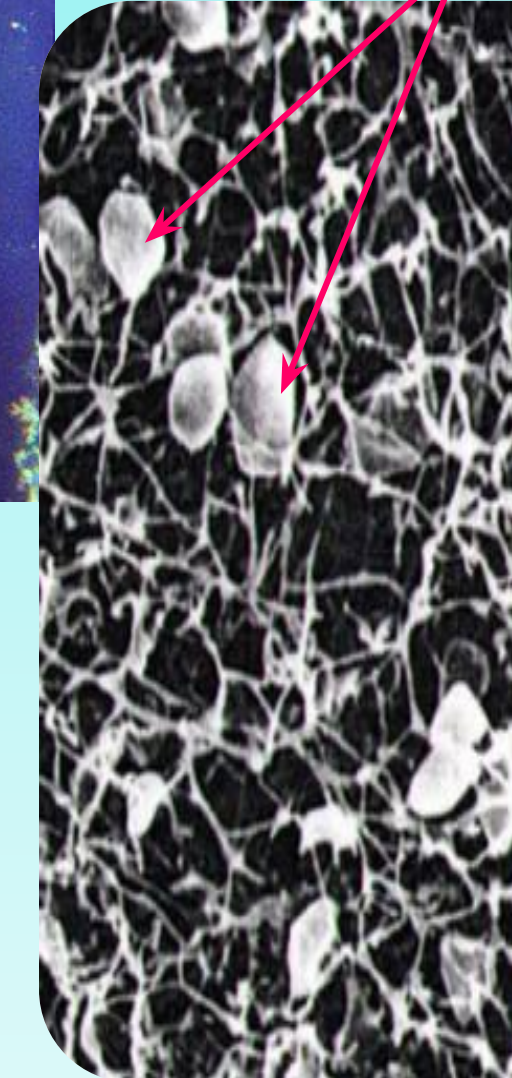


Чёрный курильщик



Жерло «Черных курильщиков»

Бактерии около
«Курильщиков»



Бактерии способны расти при температуре воды $250 - 300^{\circ} \text{C}$ и давлении 265 атм (при этом давлении вода в жидком состоянии может находиться до 460°). Эти бактерии выделены из проб воды, поднятых с глубины 2560 м над поверхностью Тихого океана.

Холодоустойчивость

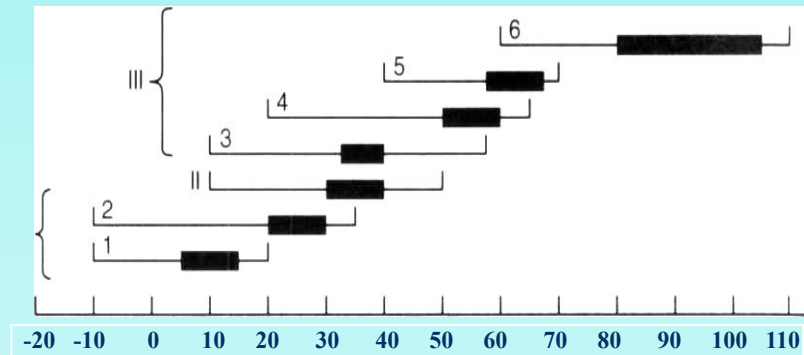
Организмы, способные образовывать тепло внутри своего тела с помощью различных физиологических и биохимических механизмов, называют **эндотермными (эндотермы)**, а организмы, температура тела которых полностью зависит от температуры окружающей среды, т.е. определяется внешними источниками тепла – **эктотермными (эктотермы)**.

Поддержание постоянства метаболизма у эктотермных организмов при смене температуры обитания названо **температурной компенсацией**. Генетико-биохимическая адаптация эктотермных организмов к изменению температурных условий обитания достигается разными путями: регуляцией экспрессии генов, изменениями функциональной активности ферментов, заменой одних изоферментов другими, изменениями концентрации ферментов в клетках и тканях и подвижностью жидкокристаллического состояния мембран.

Патогенные бактерии при выведении из теплокровного организма попадают в окружающую среду, где температура значительно ниже и перепад ее для бактерий может составлять до 30-35°C. С учетом узкого диапазона активности ферментов, становится понятным, что в этих изменяющихся условиях один фермент не способен функционировать. Эктотермные организмы могут синтезировать несколько форм ферментов, сходных по функции, но отличающихся молекулярной массой и приспособленностью к различным температурам. Синтез этих форм кодируется разными генными локусами и тогда они называются **изоферментами (изозимами)**.

Возможен ли рост патогенных бактерий при низких температурах? Считалось, что патогенные микроорганизмы, будучи паразитами теплокровных животных и человека, температурный оптимум которых лежит в пределах 36-39°C, не могут размножаться при низких температурах и в связи с этим не способны обитать в окружающей среде. Почти все патогенные бактерии относятся к мезофилам. Однако большое количество видов бактерий, способных вызывать болезни животных, имеют широкий температурный диапазон роста (от 0 до 43-45°C). Например, ***Jersinia pestis*** может расти как при -2°C, так и при +40°C. ***J.pseudotuberculosis*** – от 0° до 40°C, ***L.monocytogenes*** – от 4 до 40°C, ***J.interocolita*** - от 0,5 до 42°C, ***B.anthraxis*** способна к споруляции от 4 до 20 и 37°C и размножаться при 8°C. Возбудитель холеры размножается при 5°C, возбудитель туберкулеза – при 20-40°C.

Рис. Температурные границы и оптимальные зоны роста прокариот и основанная на этом их классификация:



ОБОЗНАЧЕНИЯ:

I — психрофилы: 1 — облигатные, 2 — факультативные;

II — мезофилы;

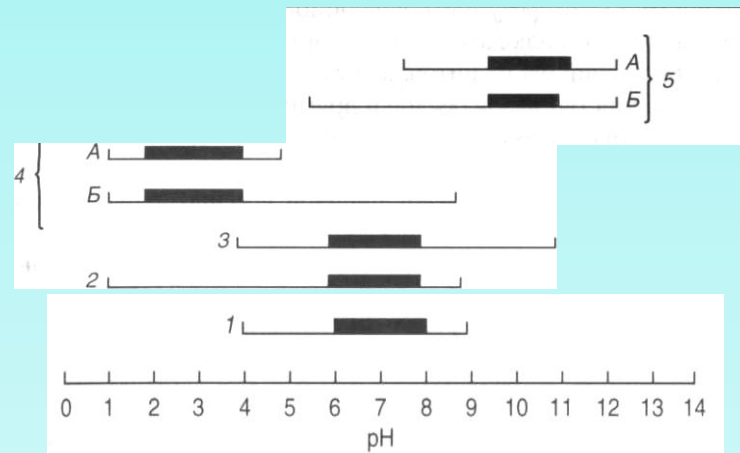
III — термофилы: 3 — термотолерантные, 4 — факультативные, 5 — облигатные, 6 — экстремальные. Жирной линией выделены оптимальные температуры роста

Отношение к молекулярному кислороду



Рис. Группы прокариот по отношению к молекулярному кислороду

Рис. Границы и оптимальные зоны роста прокариот в зависимости от рН и основанная на этом их классификация:



ОБОЗНАЧЕНИЯ: 1 — нейтрофилы; 2,3 — группы кислотоустойчивых и щелочеустойчивых прокариот соответственно; 4 — ацидофилы;

5 — алкалофилы; А, Б — облигатные и факультативные формы соответственно.

Жирной линией выделен оптимальный для роста рН

Действие химических веществ

Степень токсичности вещества для данной бактерии выражается через пороговую концентрацию, после достижения которой вещество становится бактерицидным, а также определяется его **«концентрационной экспонентой» – n**. После достижения пороговой концентрации токсичного вещества наблюдается полулогарифмическая зависимость степени отмирания клеток бактерий от времени, \log числа погибших клеток находится в линейной зависимости от времени воздействия.

Концентрационная экспонента **n** рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{\log A - \log B}{\log C1 - \log C2}$$

, где C1 – большая и C2 – меньшая концентрация вещества,
A – время гибели определенной части клеток при концентрации C2,
B – то же при концентрации C1.

Показатель n характеризует вещество, а не организм: n фенола 6, формальдегида и сулемы 1, этанола 9. Для фенола при n 6 разведение в 3 раза означает падение активности в 3^6 , т.е. в 729 раз. Различия в чувствительности разных бактерий к определенному веществу зависят главным образом от значений их пороговых концентраций.

Антисептики бактерициды, используемые в практической деятельности человека. Антисептики применяют в ветеринарии при лечении ран, в пищевой промышленности для защиты продуктов от порчи, для предохранения от гниения деревянных сооружений и т.п.

Катионные антисептики – это разнообразные соединения, в молекулах которых присутствуют сильноосновные группы, связанные с липофильными участками. Уже в невысоких концентрациях эти вещества нарушают функции мембран, в частности работу мембранного АТФазного комплекса. **Хлоргексидин**, относящийся к этой группе веществ, находит практическое применение в ветеринарии.

Окислители. Многие из них используют в качестве антисептиков. Это перекись водорода, перманганат калия, галогены, озон, оксид этилена и др. Для обеззараживания питьевой воды широко применяют озон и хлор. Хлор гидролизуется в воде с образованием хлорноватистой кислоты (HOCl), которая обладает сильными бактерицидными свойствами.

Фенолы широко применяют как **дезинфектанты**, в меньших концентрациях – в качестве антисептиков. Препараты денатурируют белки и нарушают структуру клеточной стенки. От применения собственно фенола отказались давно вследствие его токсичности, но его производные (например, **гексахлорофен, резорцин, хлорофен, тимол, салол**) применяют часто.

Газы как дезинфектанты известны с глубокой древности. **Двуокись серы** еще в античности широко применяли для обработки складов и предохранения пищевых продуктов от порчи. Для уничтожения спор микроорганизмов при стерилизации инструментов из пластмасс применяют **окиси этилена и пропилена** под давлением при 30-60°C. Механизм действия связан со способностью окиси этилена алкилировать белки – повреждать сульфгидрильные группы вегетативных форм и карбоксильные группы оболочек спор.

Красители (риванол, бриллиантовая зелень, трипафлавин). Они задерживают рост бактерий за счет сродства к фосфорнокислым группам нуклепротеидов. Питательные среды с красителями, например генцианом фиолетовым, метаниловым желтым, и др., являются селективными и их используют в качестве диагностических и дифференциальных при выделении определенных бактерий.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) (этоний, роккал, циргель) оказывают бактерицидное действие за счет нарушения проницаемости ЦПМ осмотического равновесия микробной клетки, что приводит к ее гибели. ПАВ являются соединениями четвертичных аммонийных оснований и используются в основном для обработки рук.

Альдегиды алкилируют сульфгидрильные, карбоксильные и аминокгруппы белков и других органических соединений, вызывая гибель микроорганизмов. Альдегиды широко применяют как консерванты. Наиболее известные – формальдегид (8%) и глутаральдегид (2-2,5%) – проявляют раздражающие действие (особенно пары), ограничивающие их широкое применение.

Кислоты и щелочи применяют как антисептики. Среди кислот наиболее известны борная, бензойная, уксусная и салициловая. Наиболее распространена салициловая кислота, применяемая в спиртовых растворах (1-2%), присыпках, мазях, пастах (например, для лечения дерматомикозов в областях, подверженных трению). Из щелочей наиболее распространен раствор аммиака, применяемый для обработки рук (0,5% раствор). Щелочи – отличные дезинфектанты.

Раствор формальдегида обладает дезинфицирующим и дезодорирующим эффектами. Применяют для мытья рук, дезинфекции. Входит в состав препаратов (формидрон, мазь формалиновая). Мыльный раствор формальдегида (лизформ) применяют для спринцеваний в гинекологической практике, для дезинфекции рук и помещений.

Галогены и галогеносодержащие препараты (**препараты йода и хлора**) широко применяют как дезинфектанты и антисептики. Препараты взаимодействуют с гидроксильными группами белков, нарушая их структуру.

Спирты, или алкоголи (этанол, изопропанол и др.) как антисептики, наиболее эффективны в виде 60-70% водных растворов. Спирты осаждают белки и вымывают из клеточной стенки липиды. При правильном применении эффективны в отношении вегетативных форм большинства бактерий. Споры бактерий и грибов, а также вирусы к ним резистентны.

Как дезинфектанты применяют **хлорсодержащие препараты** – газообразный хлор (взаимодействуя с водой, образует хлорноватистую кислоту; в присутствии органических веществ противомикробное действие уменьшается); **хлорную известь** (5,25% NaClO, также образующую при растворении хлорноватистую кислоту); **хлорамин Б** (содержит 25-29% активного хлора; для обеззараживания питьевой воды применяют в виде таблеток, содержащих 3 мг активного хлора).