

# 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 –

это наука о взаимоотношениях микроорганизмов друг с другом и с окружающей средой.

### ТЕРМИНЫ

**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.

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

**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, **septicos** – 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 бактерий.

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

# 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 40 °C, а температурный диапазон, в котором возможен

рост находится между 10 и 45-50°. Типичным мезофилом является *E. coli*: нижняя граница роста +10°, верхняя +49°, оптимальная температура +37° при росте на богатой среде.

**Психрофилы** и факторы, определяющие возможность роста при низких температурах. Область температур роста психрофилов лежит в пределах от -10 до +20° 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 – 60<sup>0</sup>, оптимальная область лежит при 35 - 40<sup>0</sup>.
- **Факультативные термофилы** имеют максимальную

температуру роста между 50 и 65<sup>0</sup>, но способны также к размножению при комнатной температуре (20<sup>0</sup>).

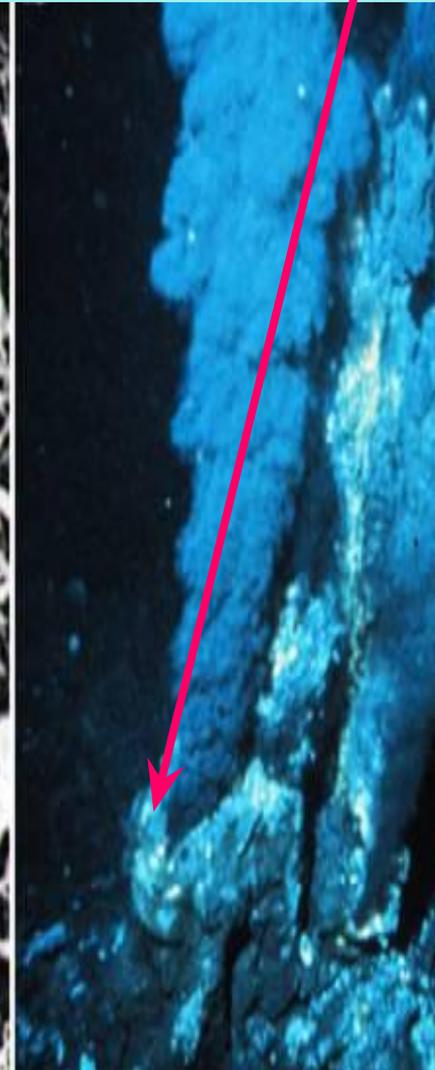
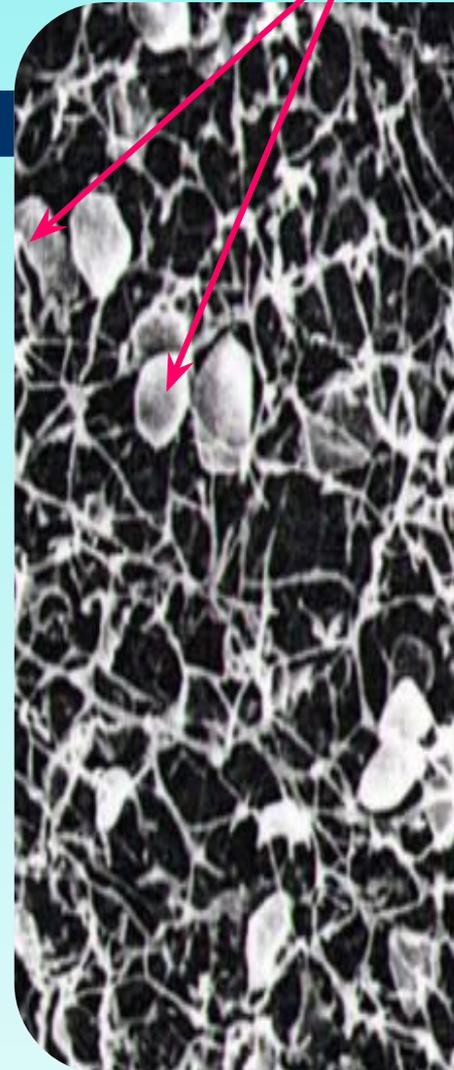
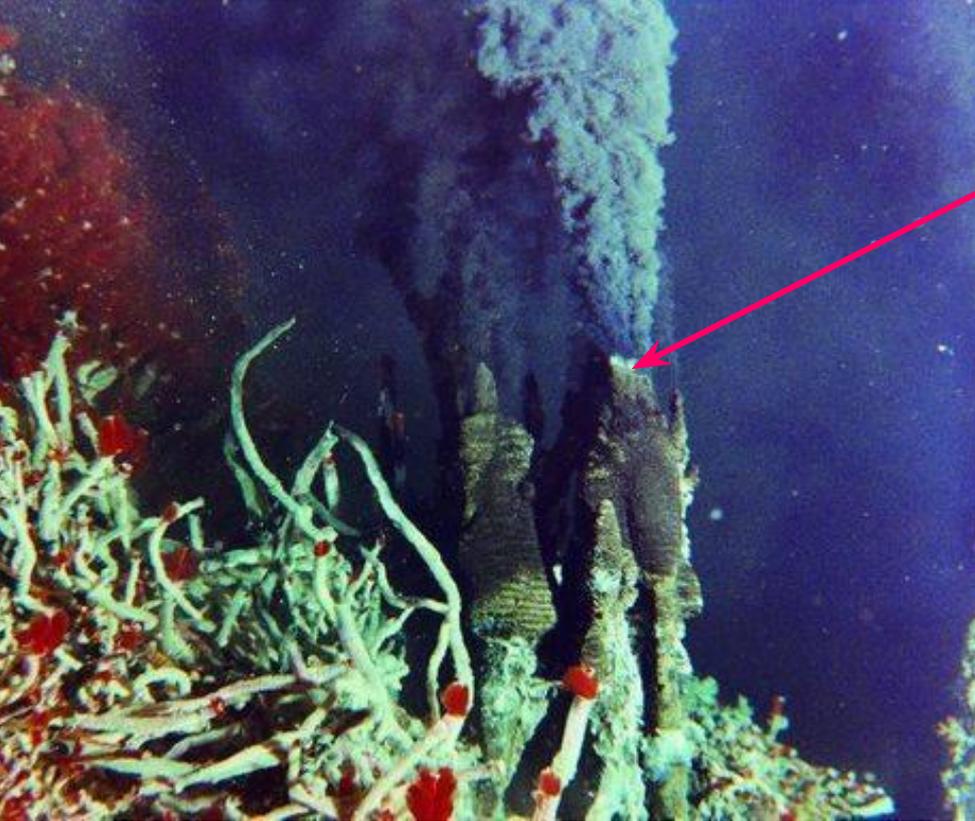
- К **облигатным термофилам** относят виды, обнаруживающие способность расти при температурах около 70<sup>0</sup> и не растущие ниже 40<sup>0</sup>.
- Наконец, недавно обнаружены прокариоты, выделенные в подгруппу **экстремальных термофилов**. Для них характерны следующие температурные параметры: оптимум в области 80 – 105<sup>0</sup>, минимальная граница роста 60<sup>0</sup> и выше, максимальная – до 110<sup>0</sup>. к экстремальным термофилам относятся организмы из группы архебактерий, не имеющие аналогов среди мезофилов, например представители родов **Thermoproteus**, **Pyrococcus**, **Desulfotomaculum**



Чёрный курильщик

## Жерло «Черных курильщиков»

Бактерии около  
«Курильщиков»



способны расти при  
ре воды  $250 - 300^{\circ} \text{C}$  и  
 $265$  атм (при этом давлении  
ском состоянии может  
я до  $460^{\circ}$ ). Эти бактерии  
из проб воды, поднятых с  
 $560$  м над поверхностью Тихого

# Холодоустойчивость бактерий

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.

# Механизмы холодоустойчивости

**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)*.

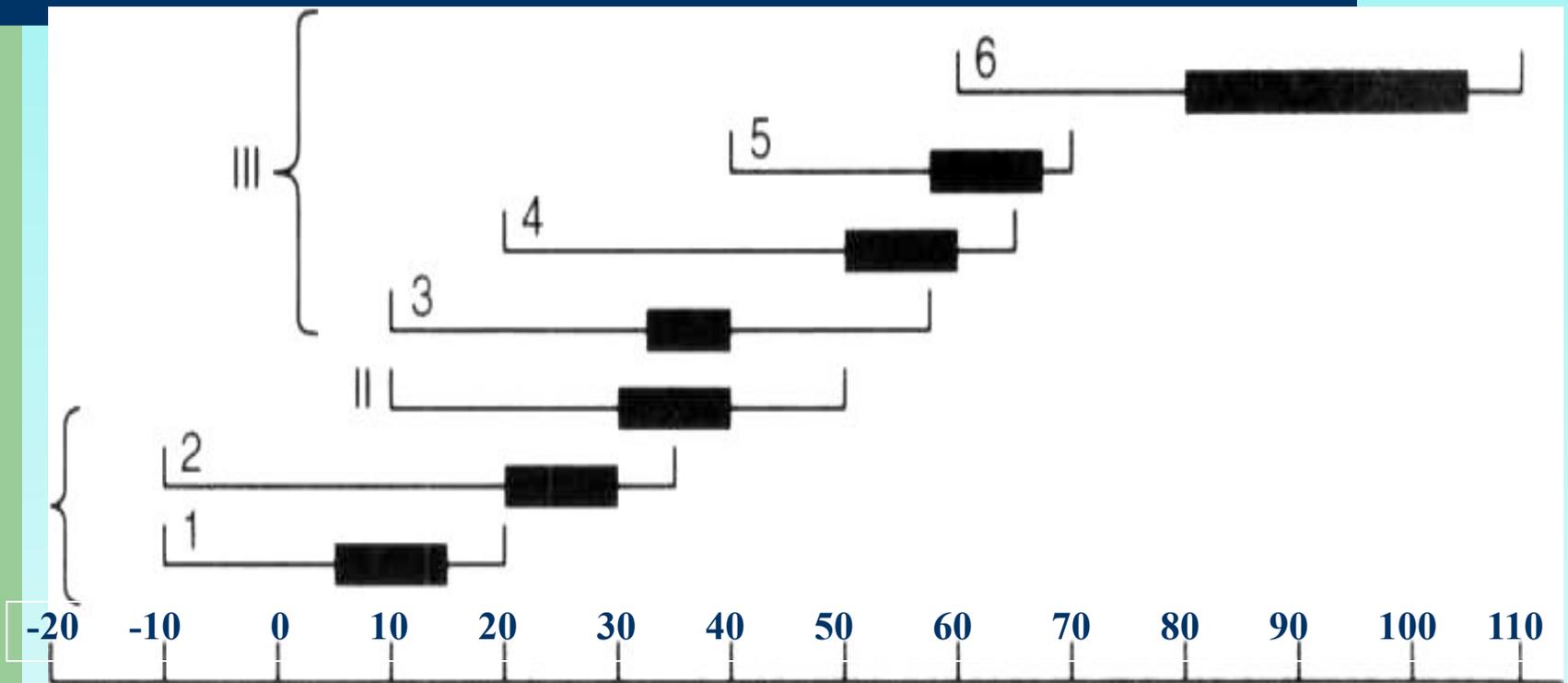
## Возможен ли рост патогенных бактерий при низких температурах?

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, *Yersinia pestis* может расти как при -2°C, так и при +40°C.

*Y.pseudotuberculosis* – от 0° до 40°C, *L.monocytogenes* – от 4 до 40° С, *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° С.

# Температурные границы и оптимальные зоны роста прокариот и основанная на этом их классификация

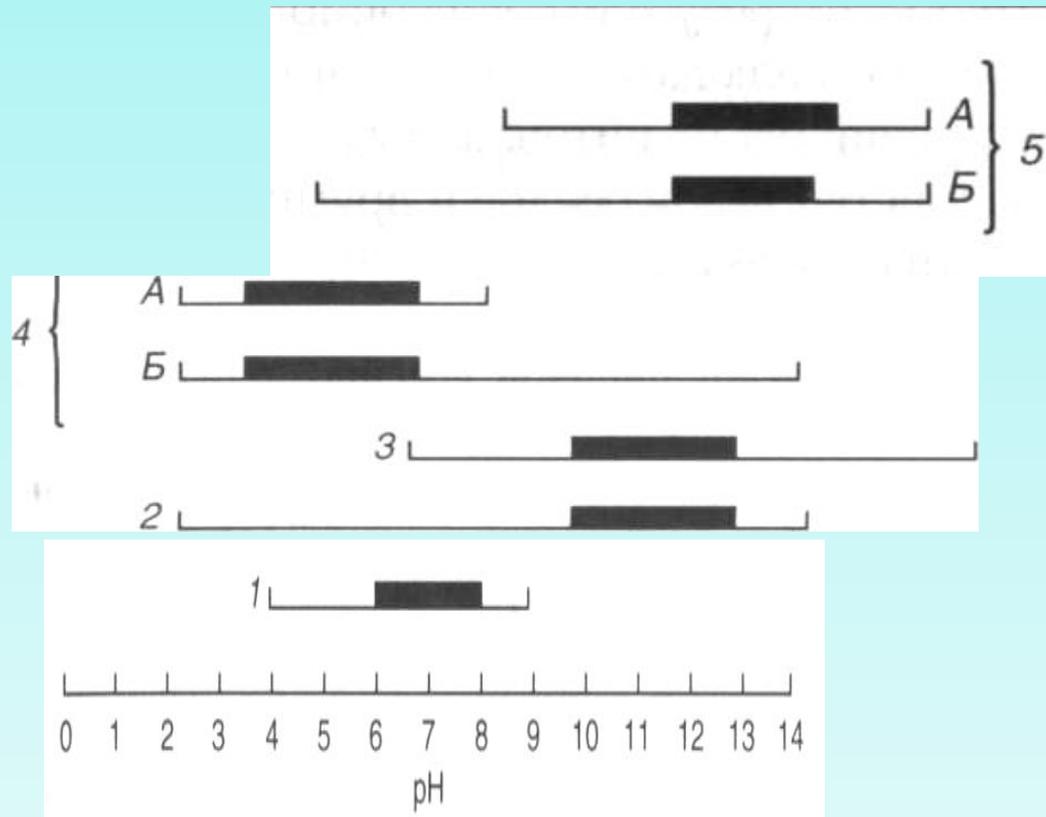


**ОБОЗНАЧЕНИЯ:** I — психрофилы: 1 — облигатные, 2 — факультативные; II — мезофилы; III — термофилы: 3 — термотолерантные, 4 — факультативные, 5 — облигатные, 6 — экстремальные. Жирной линией выделены оптимальные температуры роста

# Отношение к молекулярному кислороду



# Границы и оптимальные зоны роста прокариот в зависимости от pH 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 pH**

# 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 $n$

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

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

*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 и фенолы

**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 ( $\text{HOCl}$ ), 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 и красители**

**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<sup>0</sup>С. 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, циригель) 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 аминогруппы белков и других органических соединений, вызывая гибель микроорганизмов. Альдегиды широко применяют как консерванты. Наиболее известные – формальдегид (8%) и глутаральдегид (2-2,5%) – проявляют раздражающее 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.

## Формальдегид и галогены

**Раствор формальдегида** обладает дезинфицирующим и дезодорирующим эффектами. Применяют для мытья рук, дезинфекции. Входит в состав препаратов (формидрон, мазь формалиновая). Мыльный раствор формальдегида (лизоформ) 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 и хлор**

**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).