

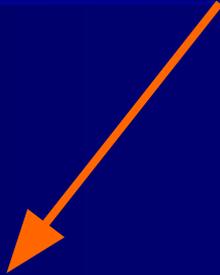
Экология микроорганизмов

**Действие физико-химических
факторов на микроорганизмы**

Основные абиотические факторы

1. Земное притяжение.
2. Магнитное поле Земли.
3. Солнечная активность.
4. Излучения.
5. Гидростатическое давление.
6. Температура.
7. Кислотность среды.
8. Активность воды.
9. Концентрация хлорида натрия.
10. Концентрация органических веществ.
11. Молекулярный кислород.

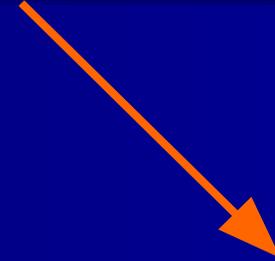
Теоретическое влияние земного притяжения



Скорость осаждения
в жидких средах



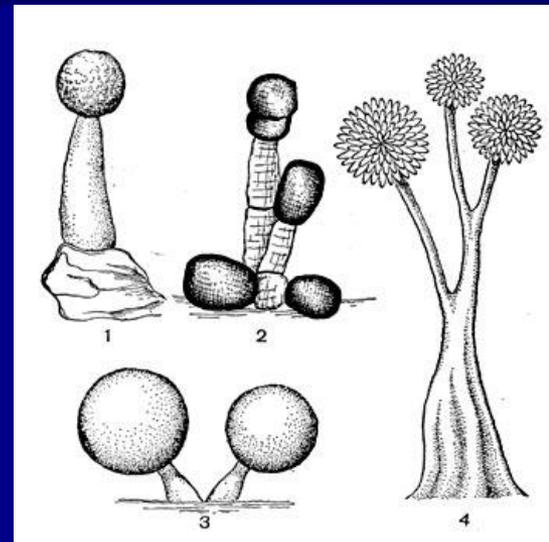
Изменение взаимодействия
между клетками популяции
в жидких средах



Перераспределение
внутриклеточных
частиц

Доказанное влияние земного притяжения

1. Геотаксис отсутствует.
2. Наблюдается ориентация в пространстве (плодовые тела миксобактерий).

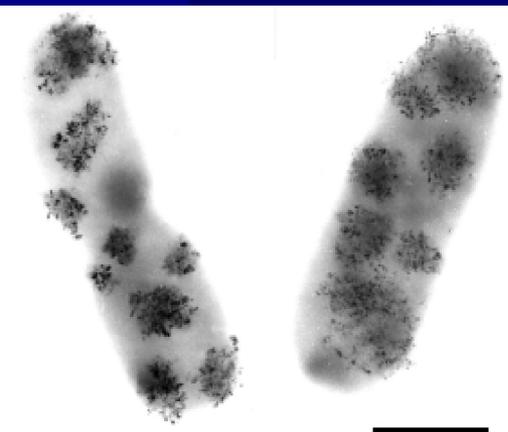


3. Молекулярные взаимодействия, связанные с тепловым движением молекул, действуют на бактерии значительно эффективнее, чем сила земного притяжения.

Магнитное поле Земли



1. Магнитотаксис у магнитобактерий (*Aquaspirilla magnetotacticum*).
2. Места обитания магнитобактерий: заболоченные, пресноводные водоемы, окислительные пруды для очистки сточных вод (водоемы с малоподвижной водой).
3. Магнитосомы – кубические или октаэдрические кристаллы магнетита (соединения железа).
4. В северном полушарии бактерии плывут в сторону южного полюса магнита (северного полюса Земли), в южном полушарии - в сторону северного полюса магнита (южного полюса Земли).



Солнечная активность

Основатель гелиобиологии в России - А.Л. Чижевский (1897-1964), который провел подробный анализ роли максимумов и минимумов солнечной активности в цикличности инфекционных болезней.

Солнечная активность

Современные вирусологи показали, что периодичность возврата пандемий связана с появлением нового, не имеющего иммунной устойчивости, поколения людей и с появлением мутаций в самом исходном вирусе.

Период возврата пандемии каждого конкретного вируса составляет 16 - 20 лет.

Излучения

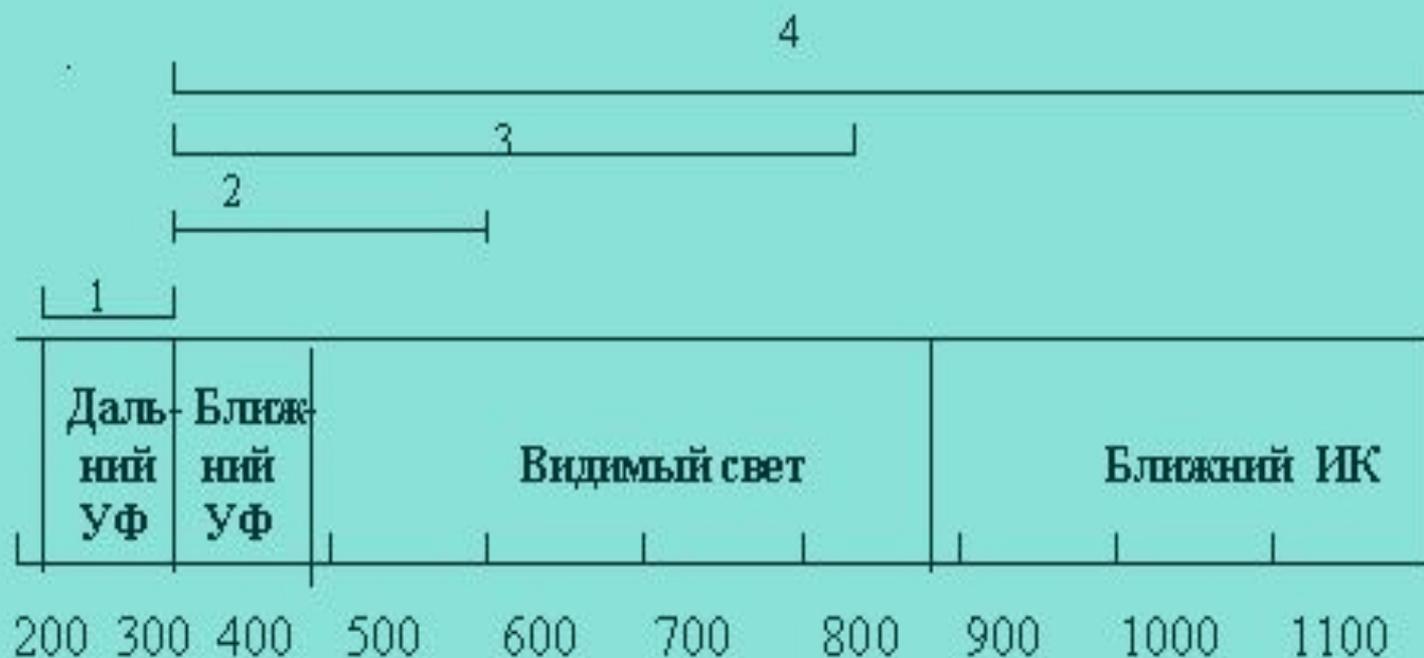


Рис.2. Биологические эффекты, вызываемые излучением разной длины волны: 1 μ повреждение ДНК и белков; 2 μ фотореактивация ДНК; 3 μ фототаксис и фотосинтез эукариот; 4 μ фототаксис и фотосинтез прокариот.

Видимый свет (400-740 нм)

Максимумы поглощения световых волн пигментами бактерий:

-  Хлорофилл цианобактерий: 640-700 нм;
-  Бактериохлорофиллы зелёных и пурпурных бактерий: 660-790 нм;
-  Каротиноиды зелёных серобактерий: 460 нм.

Бактерии обладают положительным
фототаксисом.

УФ-излучение (320-400 нм)

Ближний УФ (320-400 нм)

Средний Уф (290-320 нм)

Дальний УФ (200-290 нм)

Действие УФ на ДНК клеток

(максимум поглощения ДНК – 240-300 нм)

1. Нарушение комплементарности.
2. Гидроксилирование цитозина и урацила.
3. Образование сшивок ДНК с белком.
4. Формирование поперечных сшивок ДНК.
5. Разрывы цепей.
6. Денатурация ДНК.

Ионизирующее излучение (менее 200 нм) (γ -лучи, рентгеновские лучи)

- ❏ Компонент естественной радиации (нестабильные изотопы в почве, осадки, космические лучи).
- ❏ Результат деятельности человека (ядерное оружие, АЭС и др.).

Вызывает повреждение ДНК,
легко получить устойчивые мутанты.

5. Гидростатическое давление

- Атмосферное давление - 1 атм.
- Пониженное давление (10^{-10} – 10^{-12} атм).
- Повышенное давление – глубокие нефтяные скважины, глубины океанов.

Группы микроорганизмов по отношению к гидростатическому давлению

- Пьезочувствительные (барочувствительные) – перестают расти при повышении давления
- Пьезотолерантные (баротолерантные) – выдерживают до 400 атм, но растут при обычном давлении
- Пьезофильные (барофильные) – нуждаются для роста в повышенном давлении:
 - умеренные барофилы (до 850 атм);
 - экстремальные барофилы (более 1000 атм).

Приспособления к высокому гидростатическому давлению

- Медленное протекание реакций, приводящих к увеличению объема.
- Усиление реакций поглощения газов.
- Образование скоплений клеток.
- Энергетические процессы преобладают над биосинтетическими.

6. Температура

1. Действует на скорость химических реакций.
2. Является причиной
 - структурной перестройки протеинов,
 - фазовых перемещений жиров,
 - изменения структуры воды.

Температурная амплитуда биохимической активности относительно мала в связи со специфическими свойствами биомолекул.

-Большинство вегетативных форм гибнет при 60°C в течение 30 мин, а при 80–100°C – через 1мин.

- Для сохранения жизнеспособности относительно благоприятны низкие температуры (например, ниже 0°C), безвредные для большинства микробов. Бактерии выживают при температуре ниже –100° С; споры бактерий и вирусы годами сохраняются в жидком азоте.

- Минимальная температура для роста микроорганизмов – $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, для выживания микроорганизмов – $273\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Низкотемпературные места обитания – регионы Арктики, Антарктики, тундра, глубины океанов.
- Максимальная температура для роста микроорганизмов + $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, для выживания микроорганизмов + $360\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Высокотемпературные места обитания – гейзеры, вулканические источники, горячие источники, «черные курильщики».

Группы микроорганизмов по отношению к температуре

Группа	Температура роста, °C		
	min	opt	max
Психрофилы	- 10	< 20	25
Мезофилы	10	25 - 30	50
Термофилы	20-40	50 – 60	75
Экстремальные термофилы	60	80 - 100	110

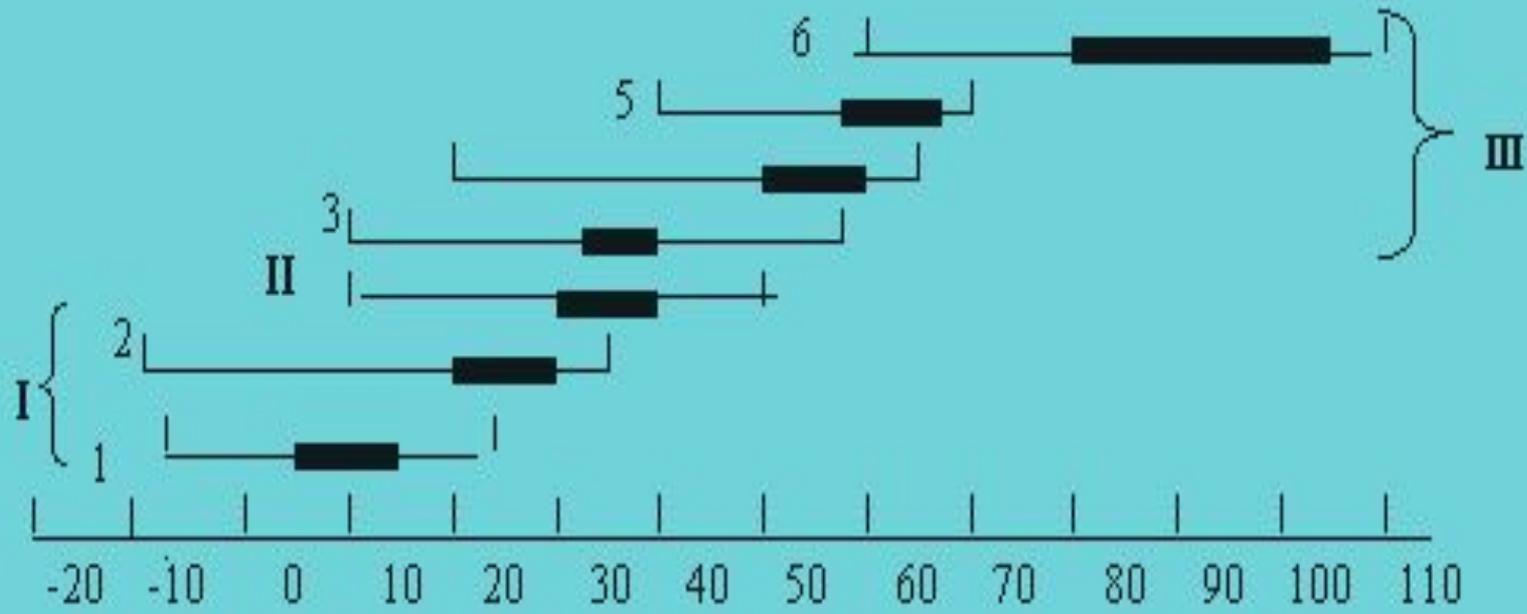
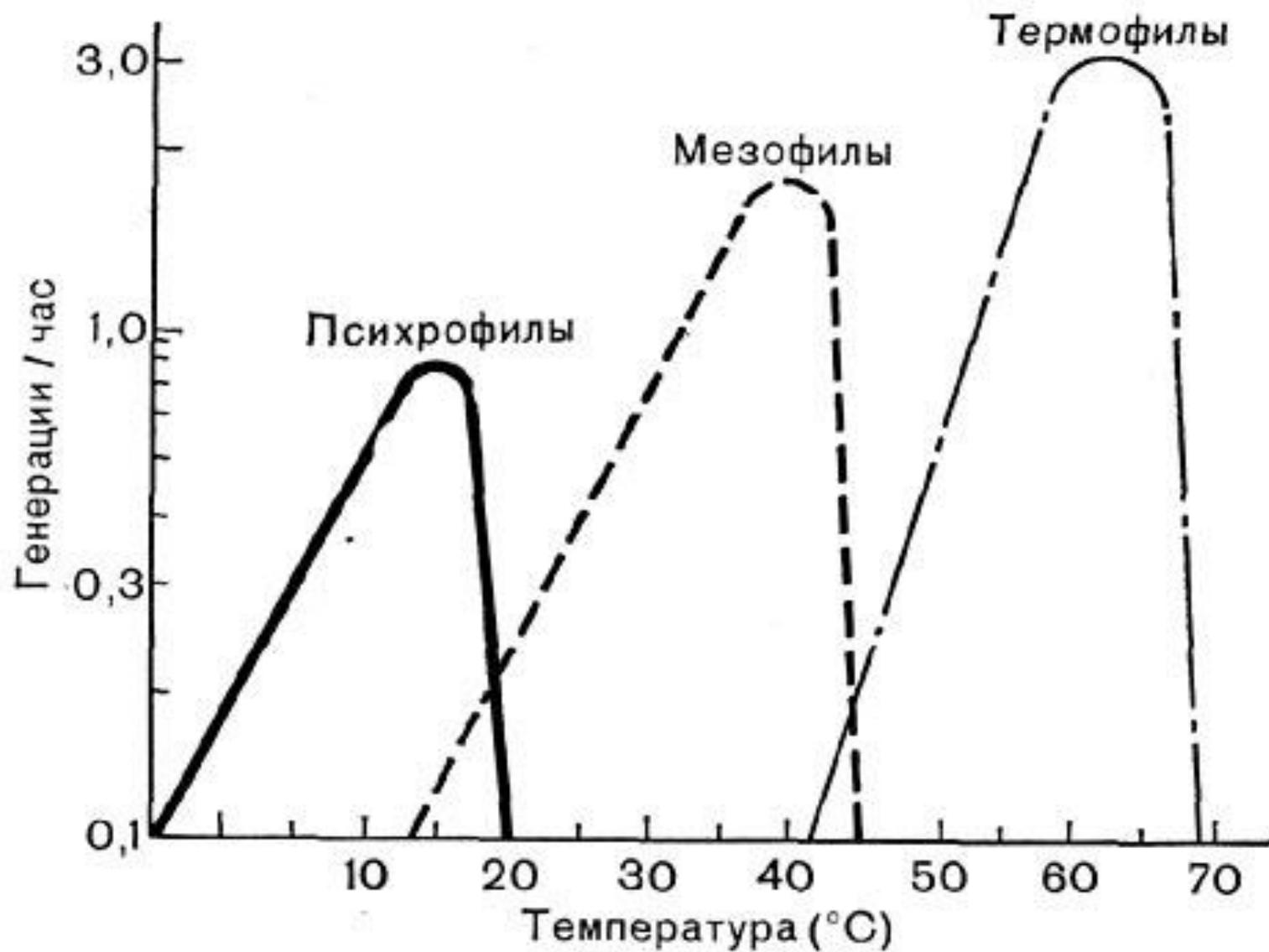


Рис 1. Температурные границы и оптимальные зоны роста прокариот и основанная на этом их классификация.

I. Психрофилы: 1 – облигатные; 2 – факультативные. II. Мезофилы. III. Термофилы: 3 – термотолерантные; 4 – факультативные; 5 – облигатные; 6 – экстремальные. Жирной линией выделены оптимальные температуры роста.



Особенности психрофилов

- Особый состав мембран: ненасыщенные, короткоцепочечные, жирные кислоты.
- Низкий температурный оптимум ферментов.
- Синтез криопротекторов (глицерола).

Особенности термофилов

- Особый состав мембран: высокое содержание длинноцепочечных С17 -С19 насыщенных жирных кислот, гликолипидов.
- Термостабильность белков (ферментов).
- Термостабильность структурных компонентов.

7. Кислотность среды (pH)

Субстрат	pH	Микроорганизмы
Вулканы	0,5-1,0	Археи
Желудочный сок	1,5	<i>Helicobacter pylori</i>
Лимонный сок	2,0	<i>Bacillus</i>
Сыр	5,0	Пропионовокислые бактерии
Чистая вода	7,0	Большинство бактерий
Морская вода	7,8	Бактерии, цианобактерии
Щелочные почвы и озера	8,8-10,0	<i>Bacillus</i> , <i>Nitrosomonas</i>
Мыльные растворы	10,5	<i>Bacillus</i> , <i>Nitrosomonas</i>
Насыщенный раствор извести	12,0	Уробактерии

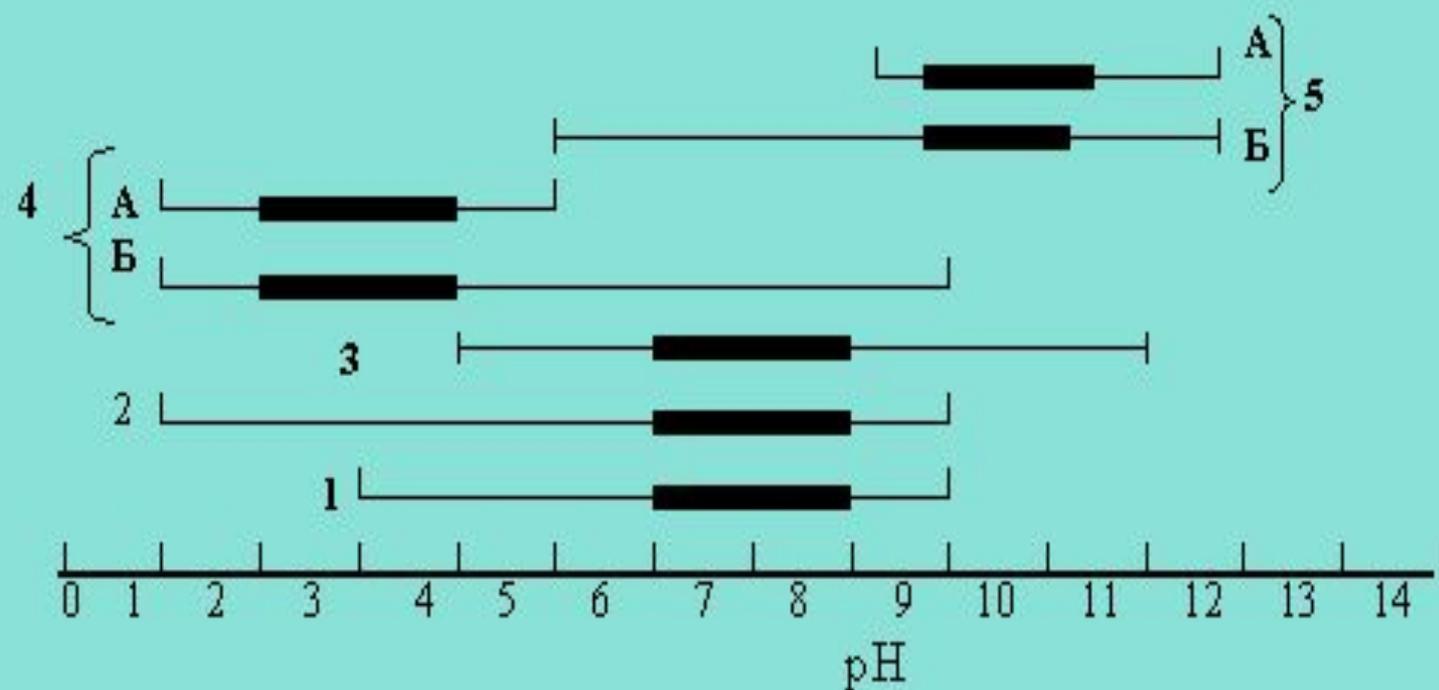


Рис.4. Границы и оптимальные зоны роста прокариот в зависимости от рН и основанная на этом классификация: нейтрофилы (1); группы кислотоустойчивых (2) и щелочеустойчивых (3) прокариот, ацидофилы (4) и алкалофилы (5). Облигатные (А) и факультативные (Б) формы. Жирной линией выделен оптимальный рН роста

Группы микроорганизмов по отношению к рН:

- ацидофилы (0 - 5,5)
- нейтрофилы (5,5 - 8,0) (щелочетолерантные и кислототолерантные)
- алкалофилы (8,5 - 11,5)

Концентрация ионов H^+ действует на клетку:

-непосредственно;

-косвенно через влияние на доступность других ионов, стабильность макромолекул.

- Большинство типов белков и других макромолекул бактериальной клетки стабильны и активны в ограниченном диапазоне значений рН, близком к 7,0.

Это справедливо и в отношении ферментов, изолированных из облигатных алкалофилов и ацидофилов. Поэтому для осуществления процессов жизнедеятельности бактерий необходимо поддержание стабильного значения рН внутри клетки (рН_i).

- У всех известных ацидофилов значение рН_i поддерживается около 6,5, у нейтрофилов – 7,5 и у алкалофилов – 9,5.

**Основными барьерами,
обеспечивающими необходимый
уровень рН у облигатных ацидо- и
алкалофилов, являются
клеточная стенка и ЦПМ.**

Ацидофилы: молочнокислые,
уксуснокислые бактерии, многие
грибы.

Алкалофилы: *Bacillus pasteurii*,
B. alcalophilus (pH 11).

8. Активность воды A_w

Активность воды – отношение давления паров раствора к давлению паров чистой воды.

Активность воды	Субстрат	Микроорганизмы
1,000	чистая вода	<i>Spirillum</i>
0,995	кровь	<i>Streptococcus</i>
0,980	морская вода	<i>Pseudomonas</i>
0,900	ветчина	Г+ кокки
0,750	соленые озера	<i>Halobacterium</i>
0,700	конфеты	<i>Xeromyces</i>

Группы микроорганизмов по отношению к концентрации NaCl

- галотолерантные
- галофильные
- экстремально галофильные

Группы микроорганизмов по отношению к концентрации органического вещества (сахаров)

осмотолерантные

осмофильные

- Основными механизмами приспособления к осмотическому состоянию среды служат:



синтез микроорганизмами осмопротекторов (осмолитов) -низкомолекулярных органических веществ, концентрация которых в цитоплазме уравнивает внешнее давление (глицин-бетаин, сахароза, трегалоза, глутаминовая кислота)



аккумуляция ионов K^+



изменение соотношения белков-поринов в ЦПМ

Недостаток воды в среде:

- на поверхности скал, камней, деревьев;
- в почве пустынь.

Стратегии выживания:

- образование покоящихся стадий (спор, конидий, цист);
- образование слизистых капсул;
- при недостатке воды бактерии используют метаболическую воду, образующуюся в клетке в результате окисления органического вещества кислородом воздуха. Так, из 1 кг глюкозы микроорганизм может получить около 600 г воды:



9. Молекулярный кислород

Значение молекулярного кислорода

- Окислитель для некоторых субстратов.
- Конечный акцептор электронов при аэробном дыхании.
- Субстрат для биосинтеза.

Группа	Тип метаболизма	Примеры	Место обитания
аэробы			
облигатные	аэробное дыхание	<i>Micrococcus</i>	кожа, пыль
факультативные	аэробное, анаэробное дыхание, брожение	<i>E. coli</i>	кишечник
микроаэрофилы	аэробное дыхание	<i>Spirillum</i>	озера
анаэробы			
аэротолерантные	брожение	<i>Streptococcus</i>	дыхательные пути, молочные продукты
облигатные	брожение, анаэробное дыхание	метаногены	болота

Токсическое действие молекулярного кислорода

- Инактивация чувствительных белков.
- Образование активных форм кислорода (оксид-анион, перекись водорода, супероксидрадикал, синглетный кислород).

Защита микроорганизмов от активных форм кислорода

□ Каротиноиды (защита от синглетного кислорода).

□ Ферменты:

- супероксиддисмутаза:



- каталаза: $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

- пероксидаза: $\text{RH}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{R} + 2\text{H}_2\text{O}$

10. Действие химических веществ

- Эффективность зависит от **концентрации химических веществ** и **времени контакта** с микробом. Химические вещества могут подавлять рост и размножение микроорганизмов, проявляя статический эффект, либо вызывать их гибель.

- **Дезинфектанты** — химические средства неспецифического действия, применяемые для обработки помещений, оборудования и различных предметов.
- **Антисептики** — вещества, используемые для обработки живых тканей.

Дезинфицирующие средства оказывают в рабочих концентрациях бактерицидное действие, а антисептики (в зависимости от концентрации) — бактериостатическое или бактерицидное.

Основные антимикробные вещества

1. Спирты (осаждают белки и вымывают из клеточной стенки липиды);
2. Галогены и галогенсодержащие препараты (препараты йода и хлора) (взаимодействуют с гидроксильными группами белков, нарушая их структуру).
3. Кислоты и щёлочи.
4. Металлы (осаждают белки и другие органические соединения).

В качестве антисептиков широко применяют нитрат серебра (ляпис), сульфат меди (медный купорос).

- устойчивость микроорганизмов к токсичным веществам во многих случаях определяется R-плазмидами, транспозонами.