

Введение.
Классификация
микроорганизмов.
Морфология бактерий.
Физиология
микроорганизмов.

Определения

- **Микроорганизмы** – мельчайшие клеточные и неклеточные формы жизни: бактерии, грибы, вирусы, простейшие, прионы.

Размеры микроорганизмов измеряется в микрометрах — мкм (1:1000 мм) и нанометрах — нм (1:1000 мкм).

- **Микробиология** – наука, изучающая внешнее строение, физиологию, генетику, распространение микроорганизмов и их роль в патологии человека.
- Основные разделы микробиологии: **медицинская, санитарная, общая**, техническая, сельскохозяйственная, ветеринарная и др.

- **Иммунология** — это наука, изучающая строение и функционирование иммунной системы человека, механизмы ее самозащиты, иммунодефицитные заболевания, а также различные методы иммунотерапии.
- **Бактериология**- наука, изучающая свойства бактерий.
- **Вирусология** – наука, изучающая вирусы.
- **Микология** – наука, изучающая паразитические грибы.
- **Паразитология** – наука, изучающая паразитические организмы, и вызываемые ими заболевания (гельминты, членистоногие, простейшие, грибы).

Классификация микроорганизмов

ДОМЕНЫ

Клеточные

Неклеточные

Эукариоты

- царства грибов
- царства простейших
- царства *Chromista*
- микробов с неуточненным таксономическим положением (микроспоридии).

Прокариоты

Archaeobacteria

Bacteria

- *Proteobacteria*
- *Chlamydiae*
- *Spirochaetes*
- *Bacteroides*
- *Firmicutes*
- *Actinobacteria*

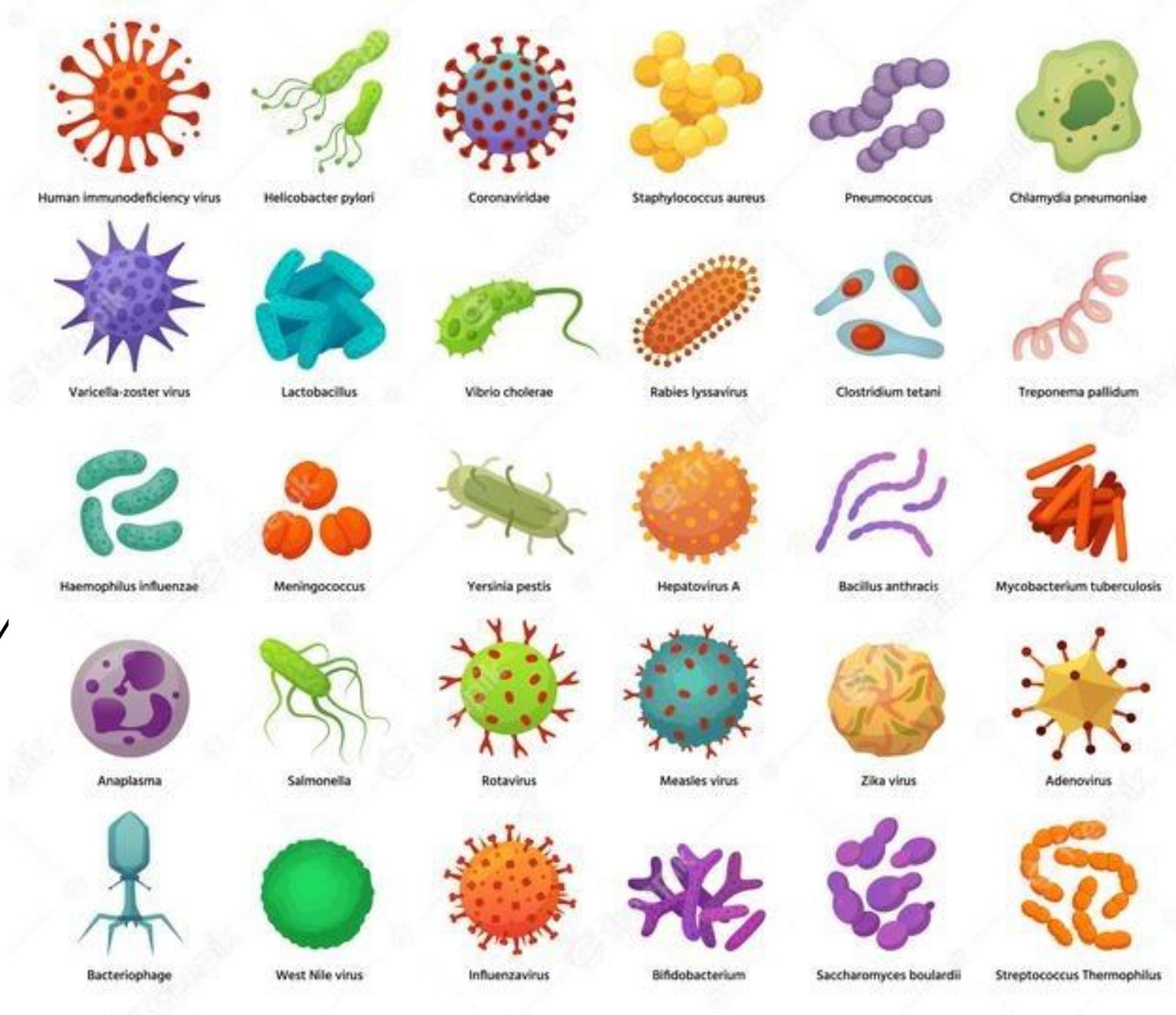
«Определитель бактерий»
Берги - 33 группы

- Вирусы
- Вироиды
- Прионы

- **Бактерии** – это микроорганизмы, обладающие клеточным строением, не имеющие настоящего оформленного ядра, вместо него кольцевая ДНК (нуклеоид)..

- **Вирусы** – это микроорганизмы, не имеющие клеточной структурной организации. Не живут вне клетки хозяина.

- **Грибы** – низшие эукариотические и многоклеточные организмы.



Медицинская микробиология – наука, изучающая микроорганизмы, вызывающие заболевания человека, и процессы, происходящие в организме при внедрении болезнетворных агентов. Подразделяется на:

- **Общая:** Рассматривает свойства микроорганизмов и их взаимодействие с организмом хозяина.
- **Частная:** Характеризует возбудителей отдельных болезней и методы их лабораторной диагностики.

Иммунология – наука, которая рассматривает защитные процессы, происходящие в организме человека в ответ на внедрение патогена.

Задачи медицинской микробиологии

1. Изучение биологии патогенных (болезнетворных) и нормальных для человека микробов.
2. Изучение роли микробов в возникновении, развитии инфекционных болезней и формировании иммунного ответа макроорганизма.
3. Разработка методов микробиологической диагностики, специфического лечения и профилактики инфекционных болезней человека.

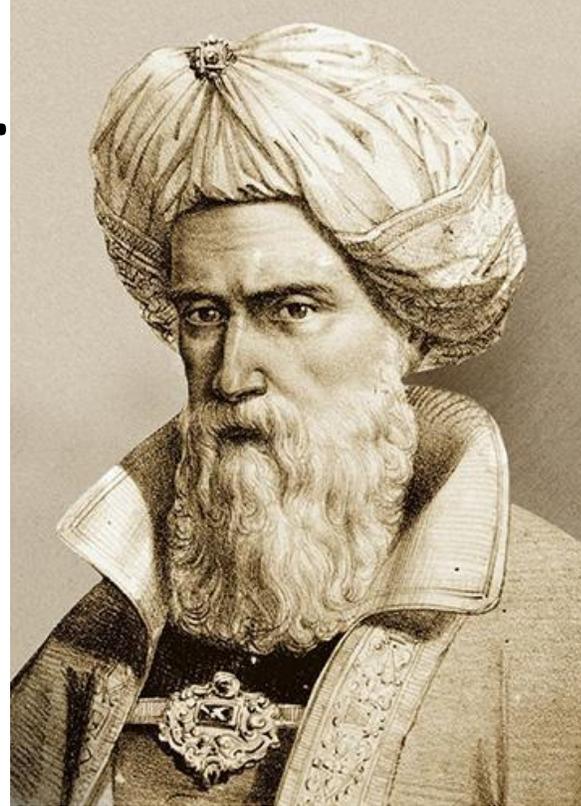
Методы изучения в микробиологии

К методам исследования любых микроорганизмов относят:

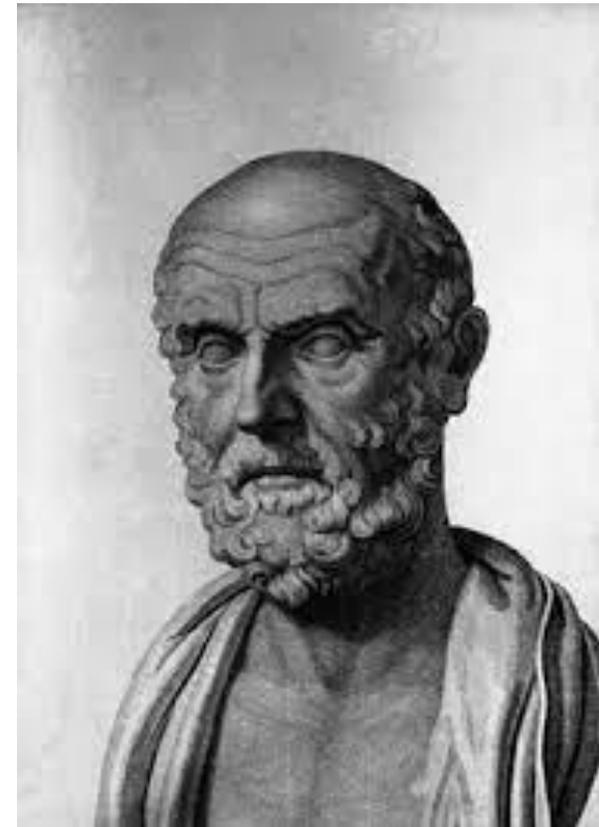
- **Микроскопический:** световая (в том числе фазово-контрастная, темно-польная, флуоресцентная) и электронная;
- **Культуральный:** (бактериологический, вирусологический);
- **Серологический:** выявление антигенов микроорганизмов или антител к ним (ИФА).
- **Биологический:** (целенаправленное заражение лабораторных животных с целью обнаружения или изучения патогена);
- **Молекулярно-генетический:** (ПЦР, ДНК- и РНК-зонды и др.);

Историческая сноска. Эвристический этап

- **Гиппократ** (III-IV вв. до н. э.) основан на предположениях о невидимых живых существах, вызывающих болезни.
- **Авиценна** (918-1037) писал, что причиной чумы, оспы и других болезней являются невидимые глазом мельчайшие живые существа, передаваемые через воду и воздух.



Авиценна (Ибн Сина)



Гиппократ

Морфологический этап

- **Антони ван Левенгук** (1632-1723) - изготовил микроскоп, увеличивающий предметы в 150-300 раз.
- **Дмитрий Иосифович Ивановский** (1864-1920) - основоположник вирусологии. Открыл вирус табачной мозаики.
- Конец XIX в. – наука протозоология (учение о простейших).
Основоположники: **Фёдр Александрович Лёш** (открыл возбудителя амебиаза), **Петр Фокич Боровский** (открыл возбудителя кожного лейшманиоза) и французский врач **Альфонс Лаверан** (открыл возбудителя малярии - *P. malariae*).



Антони ван Левенгук



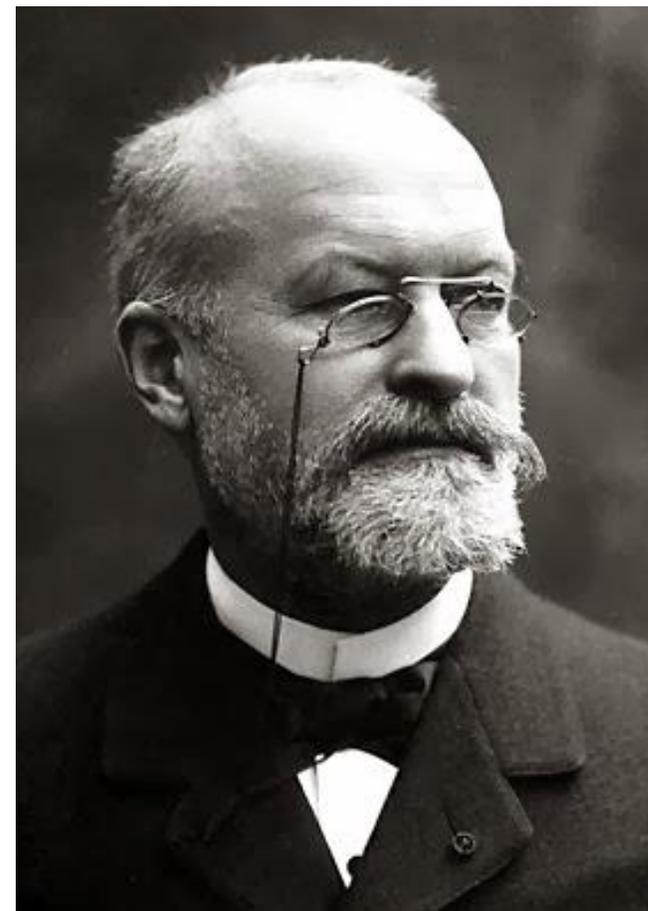
Д.И. Ивановский



Ф.А. Лёш



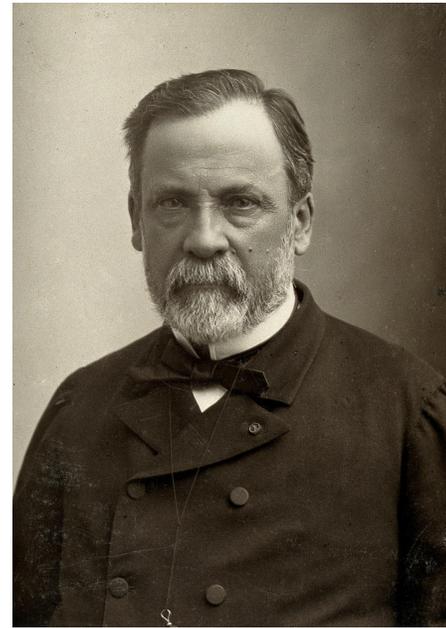
П.Ф. Боровский



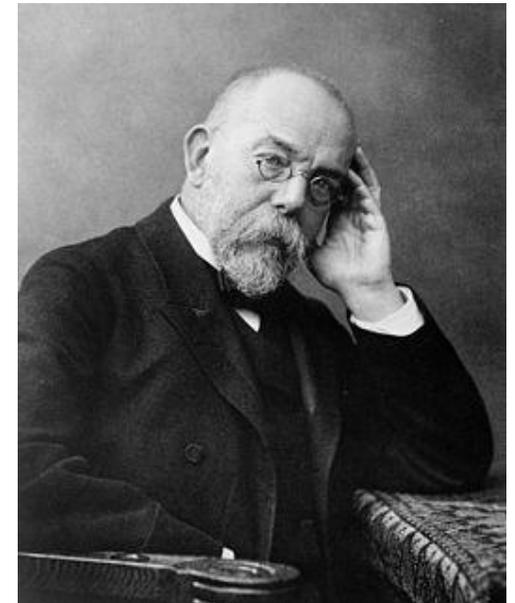
А. Лаверан

Физиологический этап

- Этап связан с изучением биологических свойств микроорганизмов.
- **Луи Пастер** (1822-1895) - обосновал этиологическую роль микроорганизмов в возникновении болезней, опроверг положение о самозарождении бактерий, открыл ферментативную природу брожения, разработал принципы дезинфекции, стерилизации, асептики, вакцинации и создания вакцин.
- **Роберт Кох** разработал методы культивирования и выделения чистых культур микроорганизмов, а также методы их окрашивания. Палочка Коха – возбудитель туберкулёза.



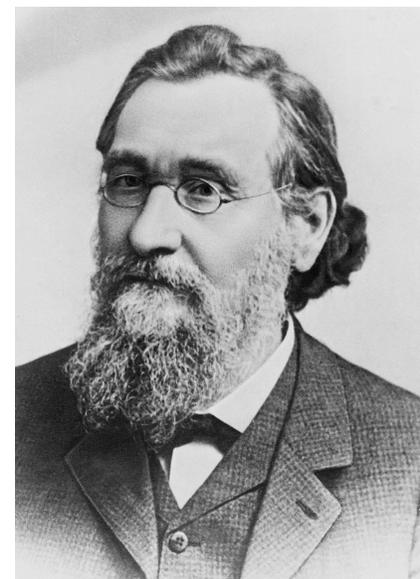
Луи Пастер



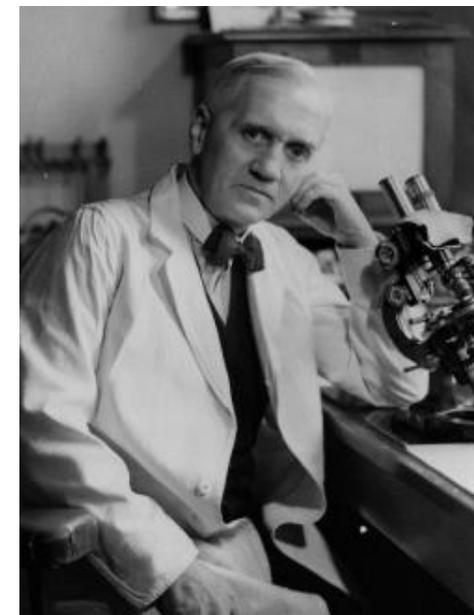
Роберт Кох

Иммунологический этап

- Этап связан с получением первых вакцин: противооспенной (**Эдвард Дженнер**), сибиреязвенной и против бешенства (**Луи Пастер**).
- **Илья Ильич Мечников** (1845-1916) разработал фагоцитарную теорию иммунитета, заложив тем самым основы клеточного иммунитета.
- **Пауль Эрлих** (1854-1915) создал гуморальную теорию иммунитета, утверждающую, что защита организма от микроорганизмов происходит с помощью антител.
- **Александр Флеминг** в 1928 г. открыл пенициллин.



И.И. Мечников



А. Флеминг

Молекулярно - генетический этап



- Развивается с 40-50-х гг. XX в. по настоящий день.
- Основан на открытиях в области молекулярной биологии. Расшифровка и синтез отдельных генов, создание рекомбинантных ДНК, получены генно-инженерным способом биологически активные соединения, используемые в медицине и народном хозяйстве.
- Представители: Г.Н. Габричевский, Д.К. Заболотный, С.Н. Виноградский, В.Л. Омелянский, и др.

Понятия

- **Таксономия** – наука о принципах распределения организмов по иерархии.
- **Род** – основная надвидовая таксономическая категория.
- **Вид** – это совокупность бактерий, имеющих единый генотип и сходные признаки.
- **Чистая культура** – группа бактерий одного вида, выращенная на питательной среде.
- **Клон** – совокупность особей одного вида, которые являются потомством одной клетки.
- ***Штамм** – чистая культура микроорганизмов, выделенных из одного источника (один и тот же штамм не может быть выделен второй раз из того же источника в другое время).

Классификация микроорганизмов

1. По форме
2. По патогенности для человека
3. По составу клеточной стенки
4. По типу питания

Основные формы бактериальной клетки

В зависимости от формы клеток

Кокки

Палочки

Извитые

В зависимости от взаимного расположения клеток после деления

- Диплококки
- Тетракокки
- Стрептококки
- Стафилококки
- Сарцины

- Диплобациллы
- Стрептобациллы
- Диплобациллы
- Стрептобактерии

В зависимости от размеров клетки и формы существования

Бактерии
Бациллы

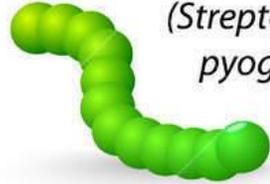
Вибрионы
Спириллы

SHAPES OF BACTERIA

COCCI

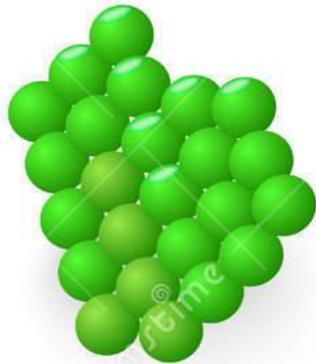


Diplococci
(*Streptococcus pneumoniae*)



Streptococci
(*Streptococcus pyogenes*)

Tetrad

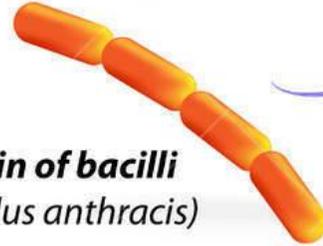


Staphylococci
(*Staphylococcus aureus*)

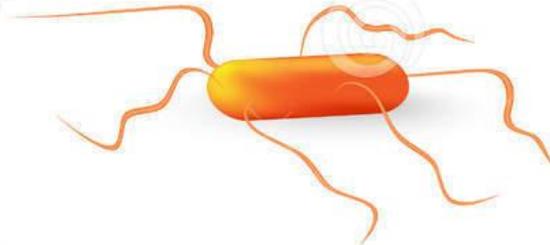


Sarcina
(*Sarcina ventriculi*)

BACILLI



Chain of bacilli
(*Bacillus anthracis*)



Flagellate rods
(*Salmonella typhi*)



Spore-former
(*Clostridium botulinum*)

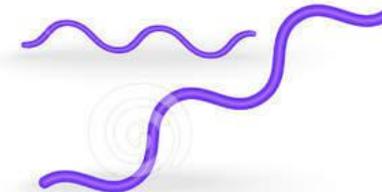
OTHERS



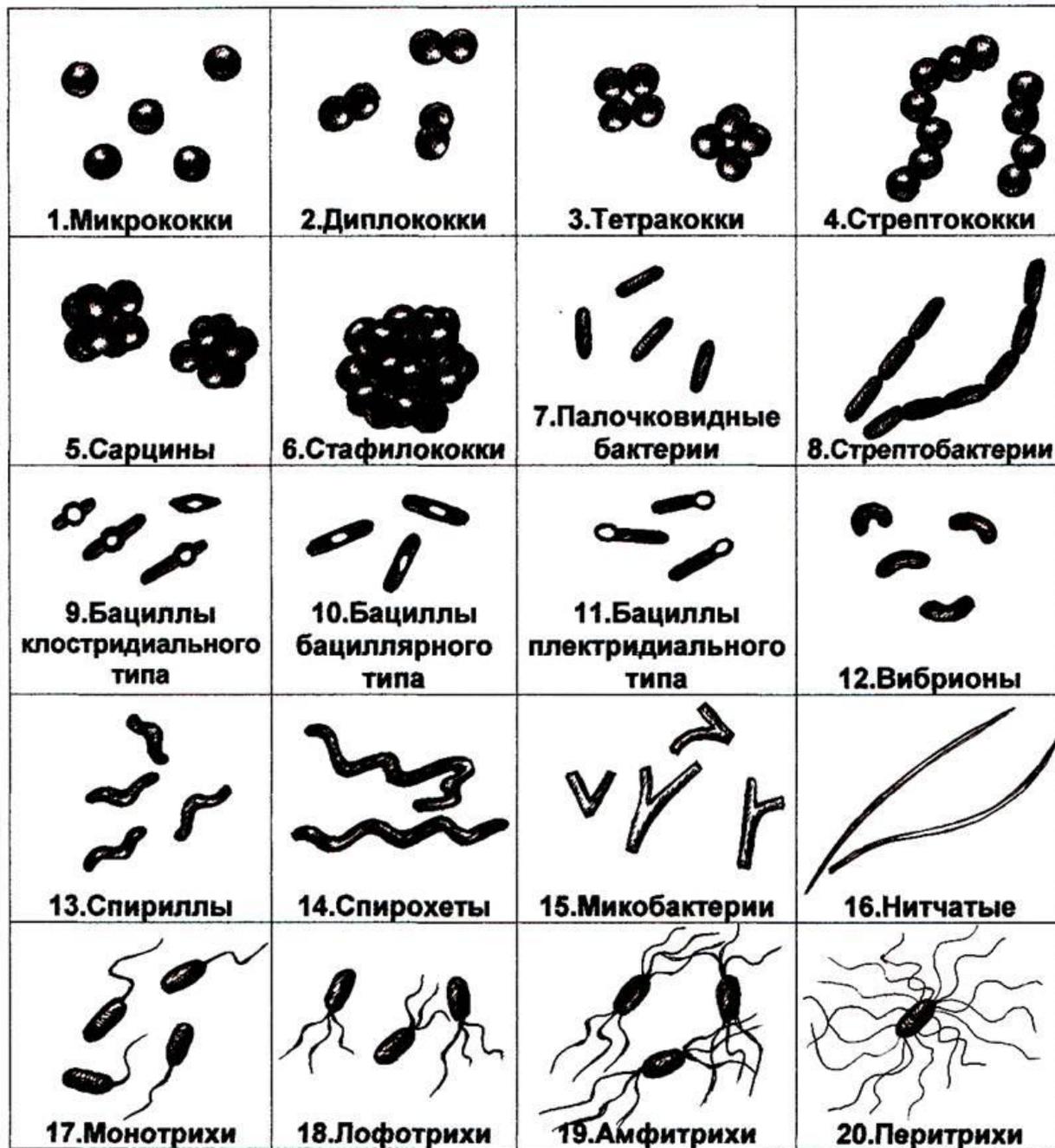
Vibrios
(*Vibrio cholerae*)



Spirilla
(*Helicobacter pylori*)



Spirochaetes
(*Treponema pallidum*)



- 1. Отдельно расположенные клетки или в виде "пакетов" (*Micrococcus luteus*).
- 2. Клетки соединены попарно (*N. gonorrhoeae*, *N. meningitidis*)
- 3. Клетки делятся в 2-х взаимно перпендикулярных плоскостях. Редко патогенны.
- 4. Цепочки шаровидных клеток. (*Streptococcus pyogenes*).
- 5. "Пакет" из 8 и более кокков. Не патогенны.
- 6. В виде гроздьев винограда (*Staphylococcus aureus*)
- 7. Бациллы (*E. coli*)
- 8. Цепочки «палочек» (*B. anthracis*)
- 12. Форма запятой (*Vibrio cholerae*)
- 13. имеют 2-3 завитка (*Spirillum minus* – болезнь Содоку)
- 14. множество завитков (*Borrelia duttonii* – клещевой возвратный тиф).
- 15. Ветвящиеся палочки (*Mycobacterium tuberculosis* - палочка Коха)
- 16. Род *Leptotrichia*. Не патогенны.

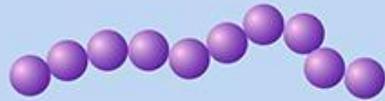
По патогенности микроорганизмы делятся на 3 группы:

- **Патогенные** – при попадании в организм вызывают сильный инфекционный процесс (*Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Ebolavirus*, *Clostridium botulinum*, *Vibrio cholerae*)
- **Непатогенные** – при попадании в организм, не вызывают инфекционный процесс (*Bifidobacterium longum*, *Streptococcus lactis*, *Bacillus subtilis*)
- **Условно-патогенные** – вызывают инфекцию при сниженном иммунитете (пожилые люди, дети, ВИЧ-инфицированные) (*Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Streptococcus mitis*, *Staphylococcus aureus*)
- **Патогенность** – способность микроорганизмов вызывать инфекционный процесс.
- **Вирулентность** – мера патогенности
- **Токсигенность** – способность м/о образовывать токсины (экзо- и эндо-)

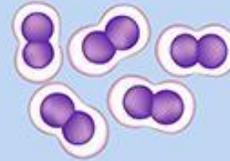
Условно-патогенные м/о



Staphylococcus aureus



Streptococcus pyogenes



Streptococcus pneumoniae



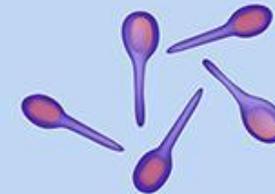
Clostridium botulinum



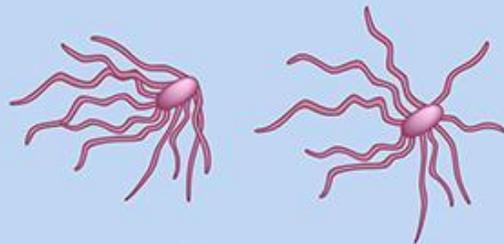
Bacillus cereus



Klebsiella pneumoniae



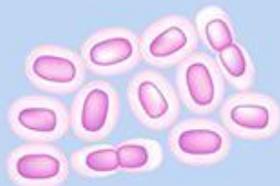
Clostridium tetani



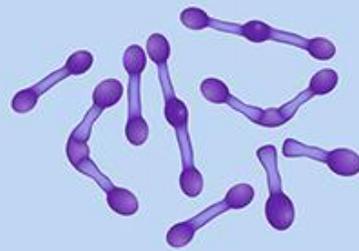
E. coli ; Salmonella



Vibrio cholerae



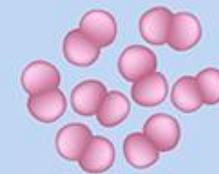
Bordetella pertussis



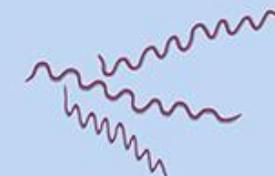
Corynebacterium diphtheriae



Helicobacter pylori



Neisseria gonorrhoeae



Treponema pallidum

По составу клеточной стенки

ТОНКОСТЕННЫЕ, ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ		ТОЛСТОСТЕННЫЕ, ГРАМПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ	
Менингококки		Пневмококки	
Гонококки		Стрептококки	
Вейлонеллы		Стафилококки	
Палочки		Палочки	
Вибрионы		Бациллы*	
Кампилобактерии, Хеликобактерии		Клостридии*	
Спириллы		Коринебактерии	
Спирохеты		Микобактерии	
Риккетсии		Бифидобактерии	
Хламидии		Актиномицеты	

*Расположение спор: 1 - центральное, 2 - субтерминальное, 3 - терминальное.

Рис. 3.2. Основные формы бактерий

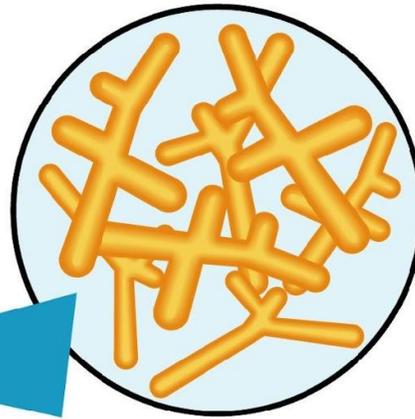
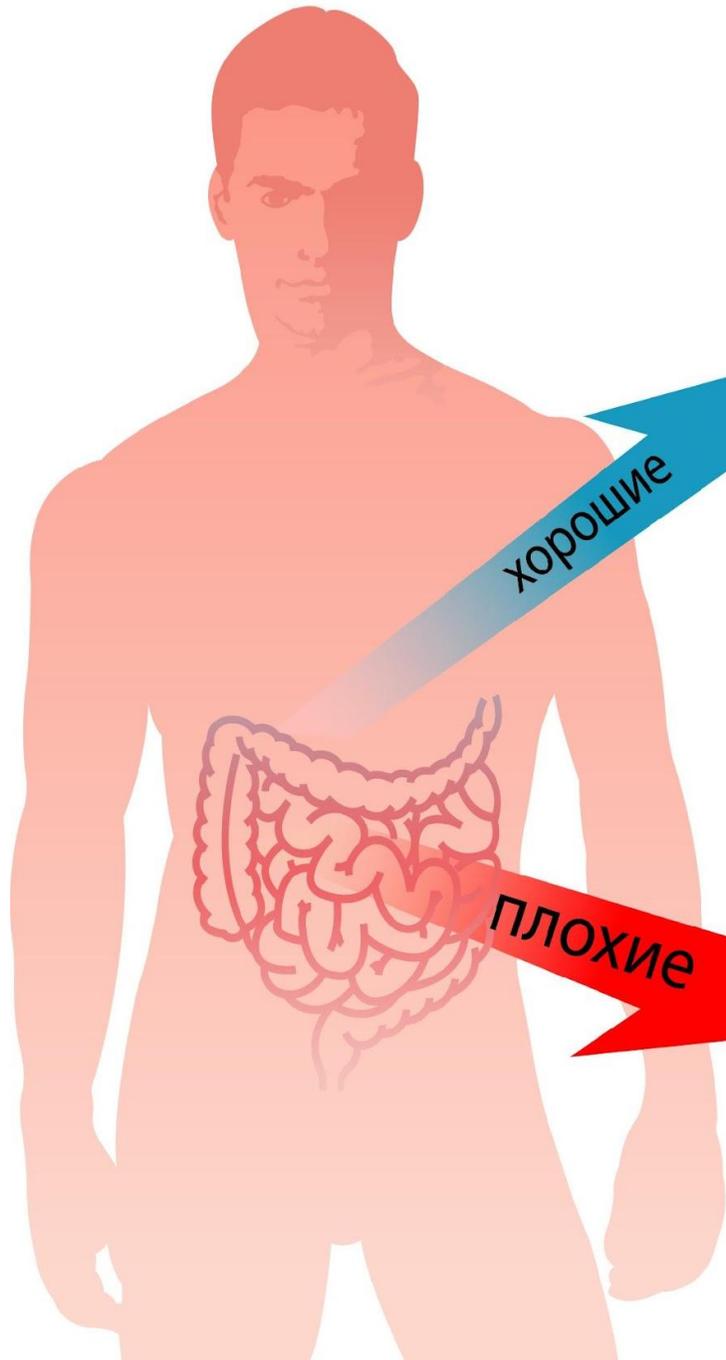
По типу питания



Взаимоотношения между микро- и макроорганизмом

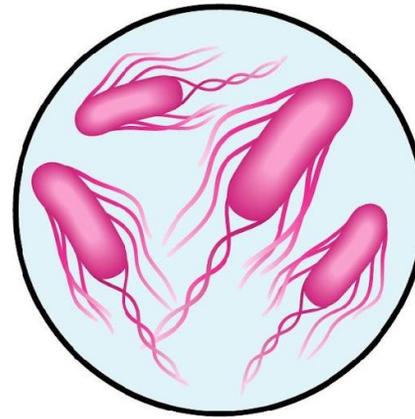
- **Симбиоз** – взаимоотношения двух и более организмов между собой.
- **Мутуализм** – взаимовыгодное партнерство. Бифидобактерии подавляют рост патогенной флоры в кишечнике.
- **Паразитизм** – один из партнеров по симбиозу испытывает вредное воздействие другого. Дизентерийная амёба. Внутриклеточные паразиты – хламидии, вирусы.
- **Комменсализм** – микроорганизмы питаются за счет своего хозяина, не нанося ему особого ущерба. Стафилококки, стрептококки.

Микрофлора



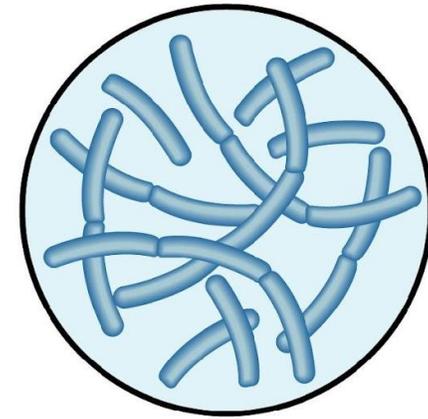
БИФИДОБАКТЕРИИ

Помогают регулировать уровень других бактерий в кишечнике и повышают иммунный ответ к внедряющимся патогенам. Предупреждают формирование опухолей и продуцируют витамины.



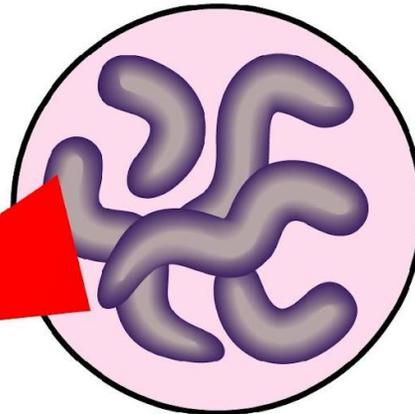
КИШЕЧНАЯ ПАЛОЧКА

Некоторые штаммы заселяют кишечник человека. Продуцируют витамин К2 (имеющий важное значение для свертывания крови) и помогают контролировать уровень «плохих» бактерий. Некоторые штаммы являются патогенными.



ЛАКТОБАКТЕРИИ

Продуцируют витамины и микроэлементы, повышают иммунитет и защищают от канцерогенов.



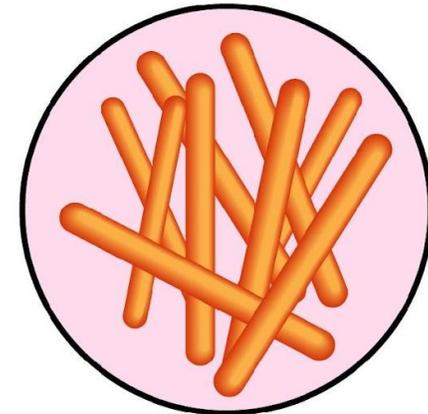
КАМПИЛОБАКТЕРИИ

S. jejuni, *S. coli* наиболее часто являются причиной заболеваний. Попадают в организм с зараженной пищей и вызывают симптомы острой кишечной инфекции



ЭНТЕРОКОККИ

Распространенная причина послеоперационных воспалений



КЛОСТРИДИИ

Наиболее опасное осложнение антибиотикотерапии, когда создаются условия для быстрого размножения клостридий

хорошие

плохие

Номенклатура

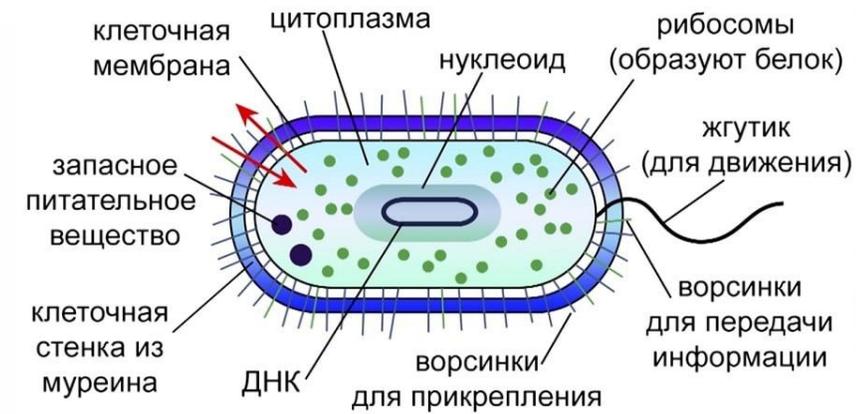
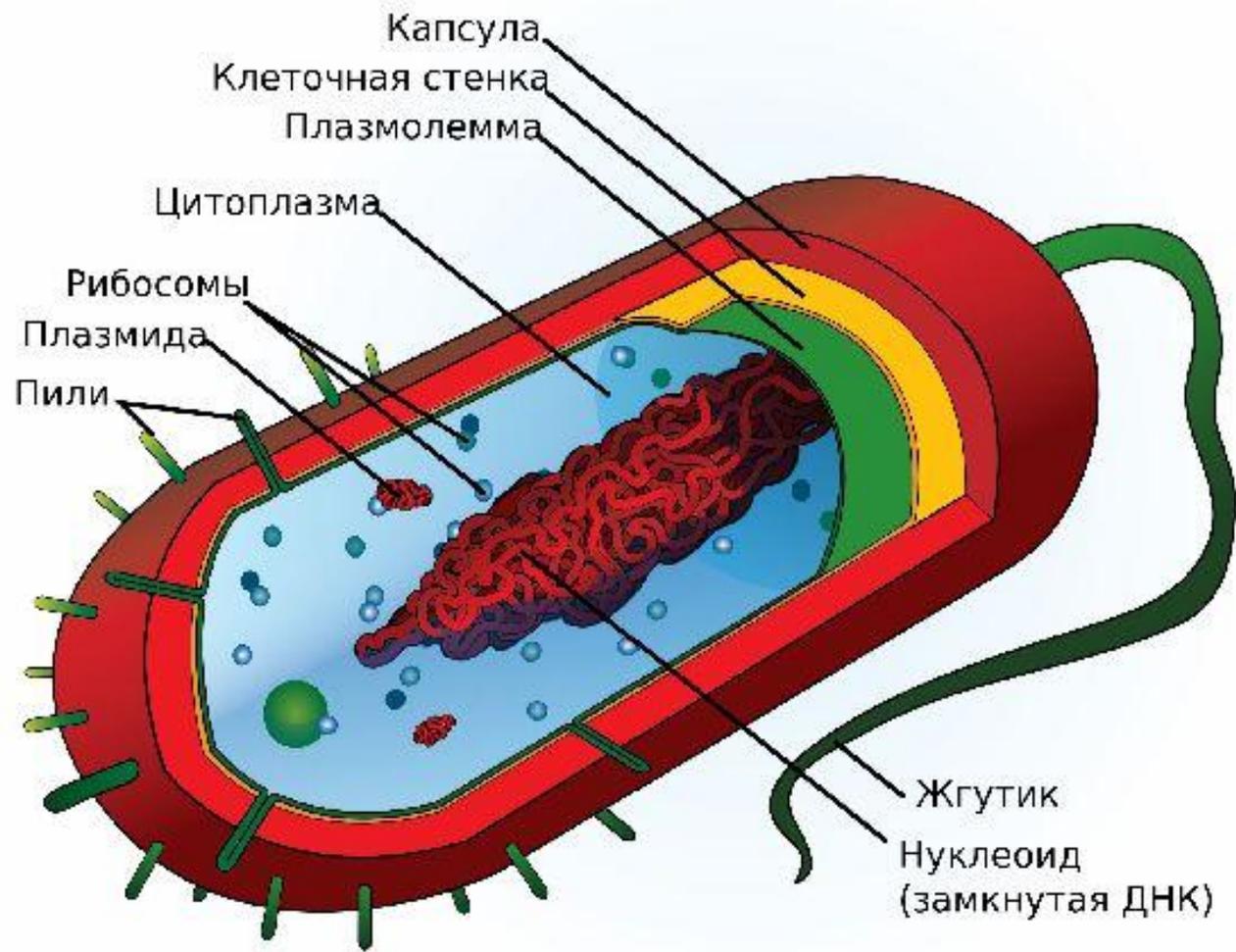
- Согласно Международному кодексу для бактерий рекомендованы таксономические категории: класс, отдел, порядок, семейство, род, вид.
- Название вида соответствует бинарной номенклатуре, т.е. состоит из двух слов. Например, возбудитель дифтерии пишется как *Corynebacterium diphtheriae*, возбудитель менингита - *Neisseria meningitides* и т.д.
- Возможны сокращенные наименования *C. diphtheriae*.
- Название рода пишется с заглавной буквы, вида – маленькой.

ПРИМЕРЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ БИНОМИНАЛЬНОГО НАЗВАНИЯ БАКТЕРИЙ

Вид бактерий	Условное обозначение принадлежности к:	
	РОДУ	ВИДУ
<i>Bacillus anthracis</i>	<i>Bacillus</i> (палочка)	<i>anthracis</i> (уголь — «антрацит»)
<i>Clostridium tetanus</i>	<i>Clostridium</i> (веретено)	<i>tetanus</i> (судороги)
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus</i> (гроздь винограда, шар)	<i>aureus</i> (золотистый цвет колонии)
<i>Shigella dysenteriae</i>	<i>Shigella</i> (Шига — автор)	<i>dysenteriae</i> (расстройство кишечника)
<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia</i> (Эшерих — автор)	<i>coli</i> кишка
<i>Salmonella typhi</i>	<i>Salmonella</i> (Сальмон — автор)	<i>typhus</i> («туман» — бред)

Бинарная номенклатура — родовое и видовое название микроба.

Строение бактериальной клетки



Структуры бактериальной клетки

- **Капсула** – дополнительная полисахаридная оболочка.
- **Споры** — тельца круглой или овальной формы, у спорообразующих бактерий в определенные стадии их существования или при ухудшении условий окружающей среды. Не несут функцию размножения!
- **Жгутики** — органоиды движения бактерий.

Обязательные структуры бак.клетки

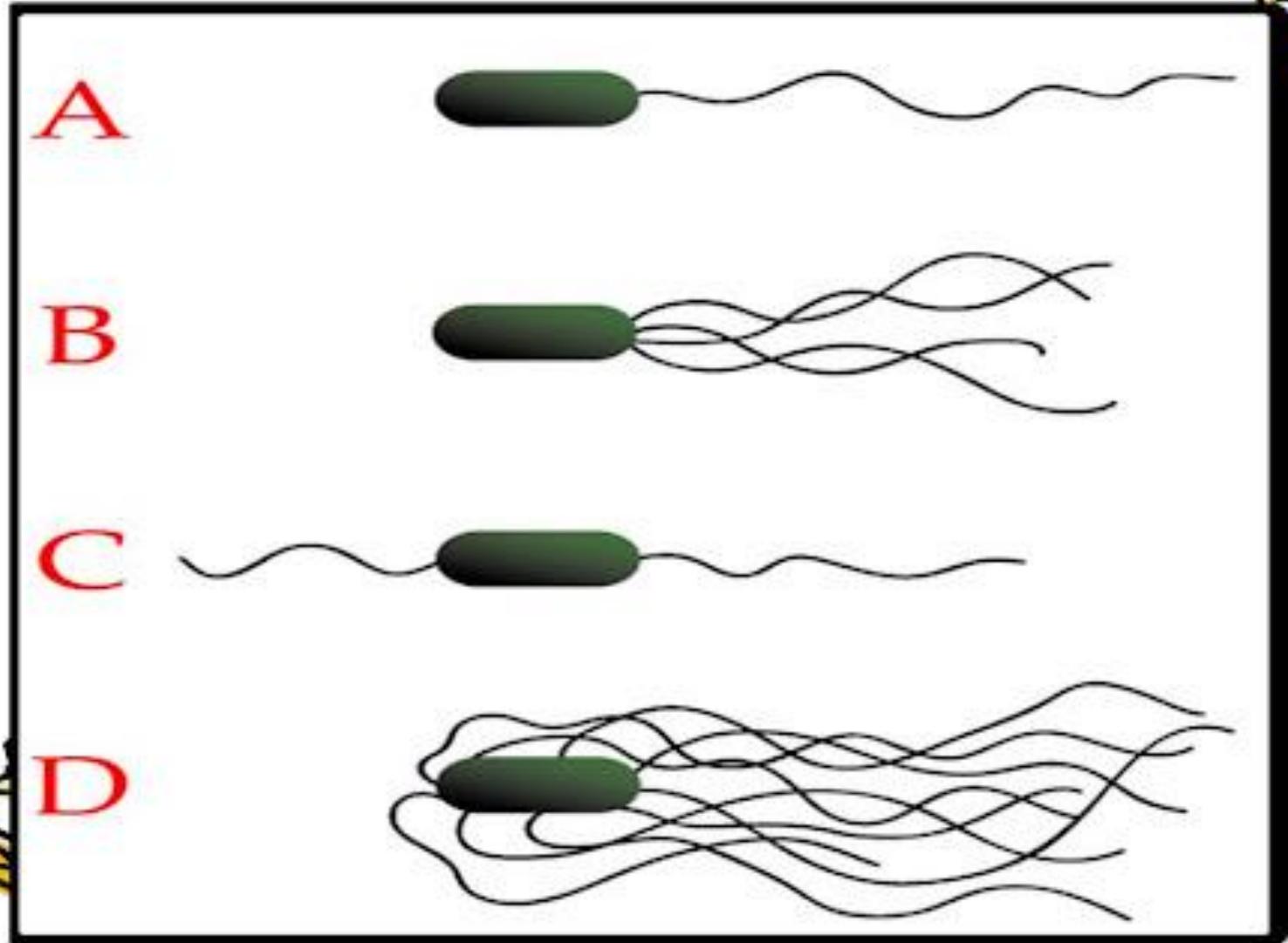
- Нуклеоид
- Рибосомы
- Клеточная стенка
- Клеточная мембрана
- Цитоплазма

Дополнительные структуры бак.клетки

- Жгутики
- Пили
- Плазмиды
- Споры
- Капсула

Расположение жгутиков у бактерий:

A — монотрихальное, B — лофотрихальное,
C — амфитрихальное, D — перитрихальное.



- A- Vibrio
- B – Pseudomonas
- C – Spirillum
- D - Proteus

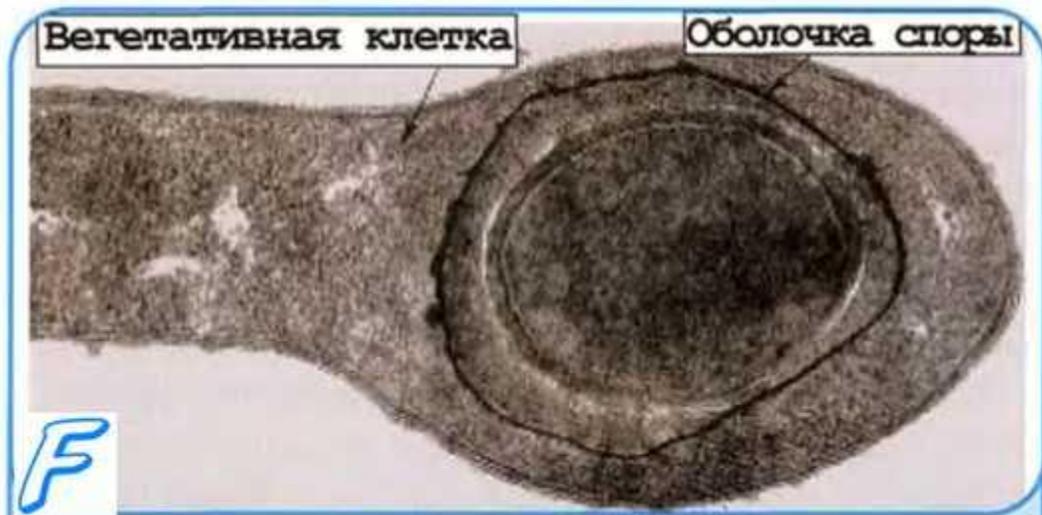
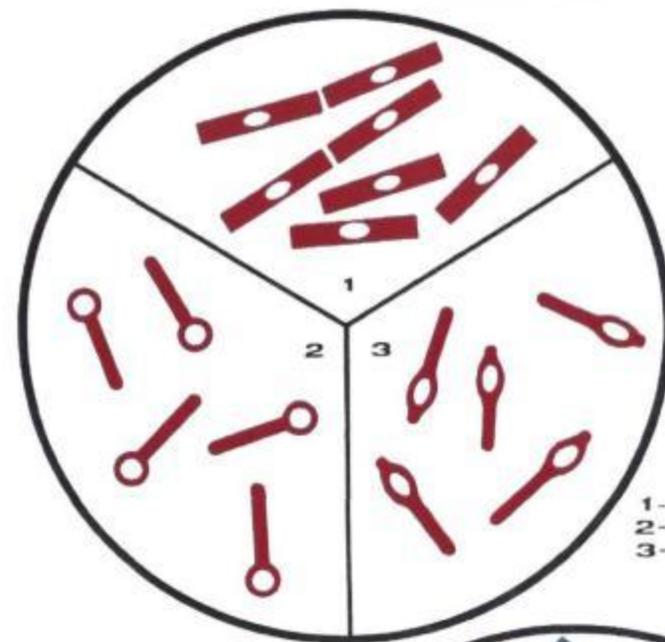
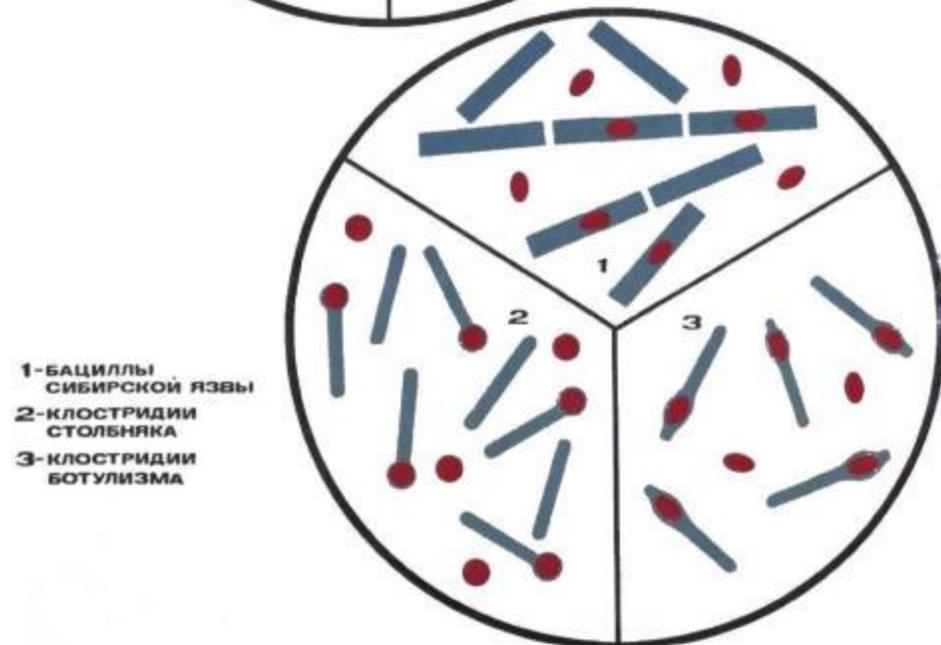


Рис. 3.11. Электронограмма ультратонкого среза столбнячной палочки (*Clostridium tetani*) в вегетативной клетке бактерии формируется терминальная спора с многослойной оболочкой. (По А. А. Авакяну, Л. Н. Кац, И. Б. Павловой)

СПОРЫ РАСПОЛОЖЕНИЕ

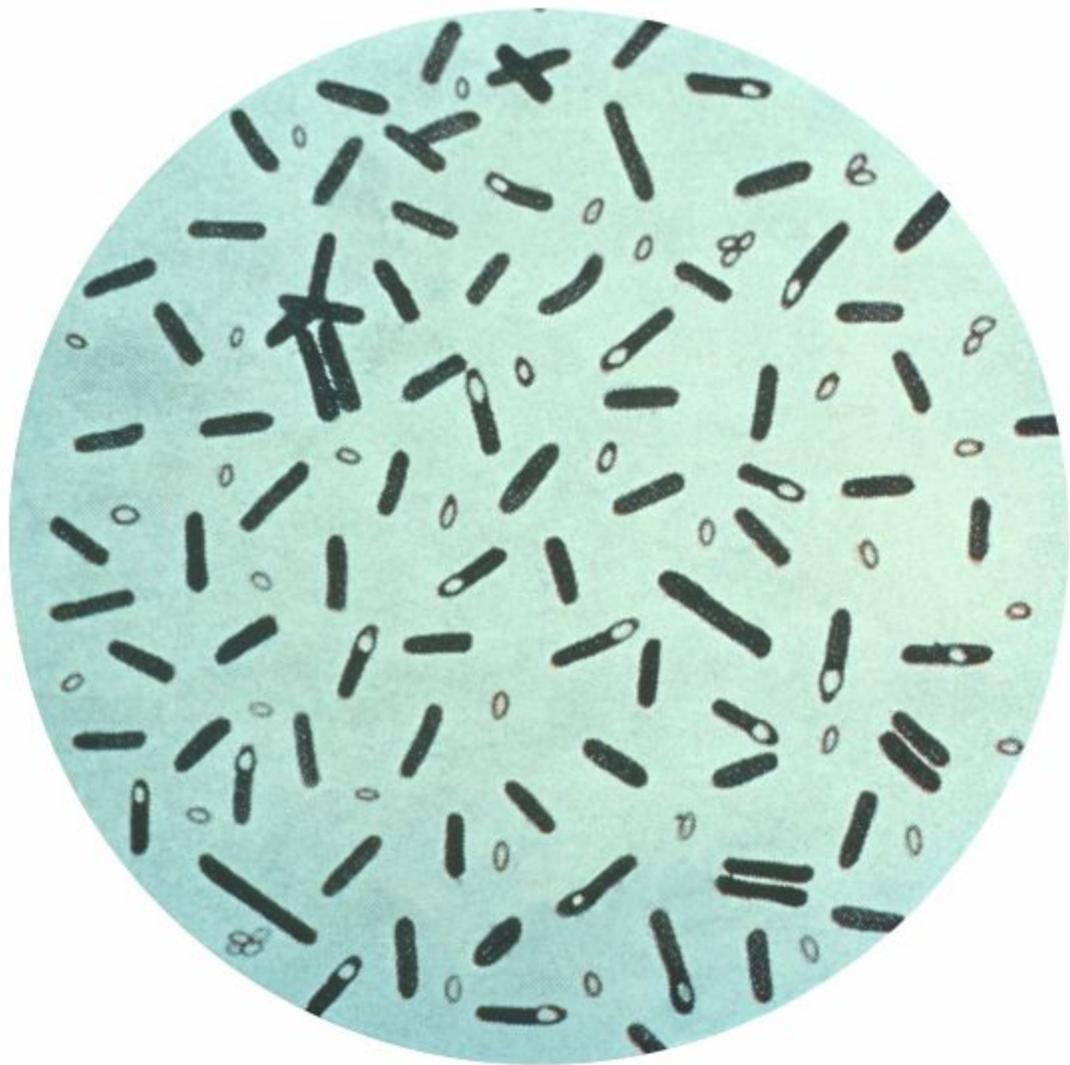


- 1 - ЦЕНТРАЛЬНОЕ
- 2 - ТЕРМИНАЛЬНОЕ
- 3 - СУБТЕРМИНАЛЬНОЕ



- 1 - БАЦИЛЛЫ
СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ
- 2 - КЛОСТРИДИИ
СТОЛБНЯКА
- 3 - КЛОСТРИДИИ
БОТУЛИЗМА

ОКРАСКА ПО АУЕСКИ



Clostridium botulinum

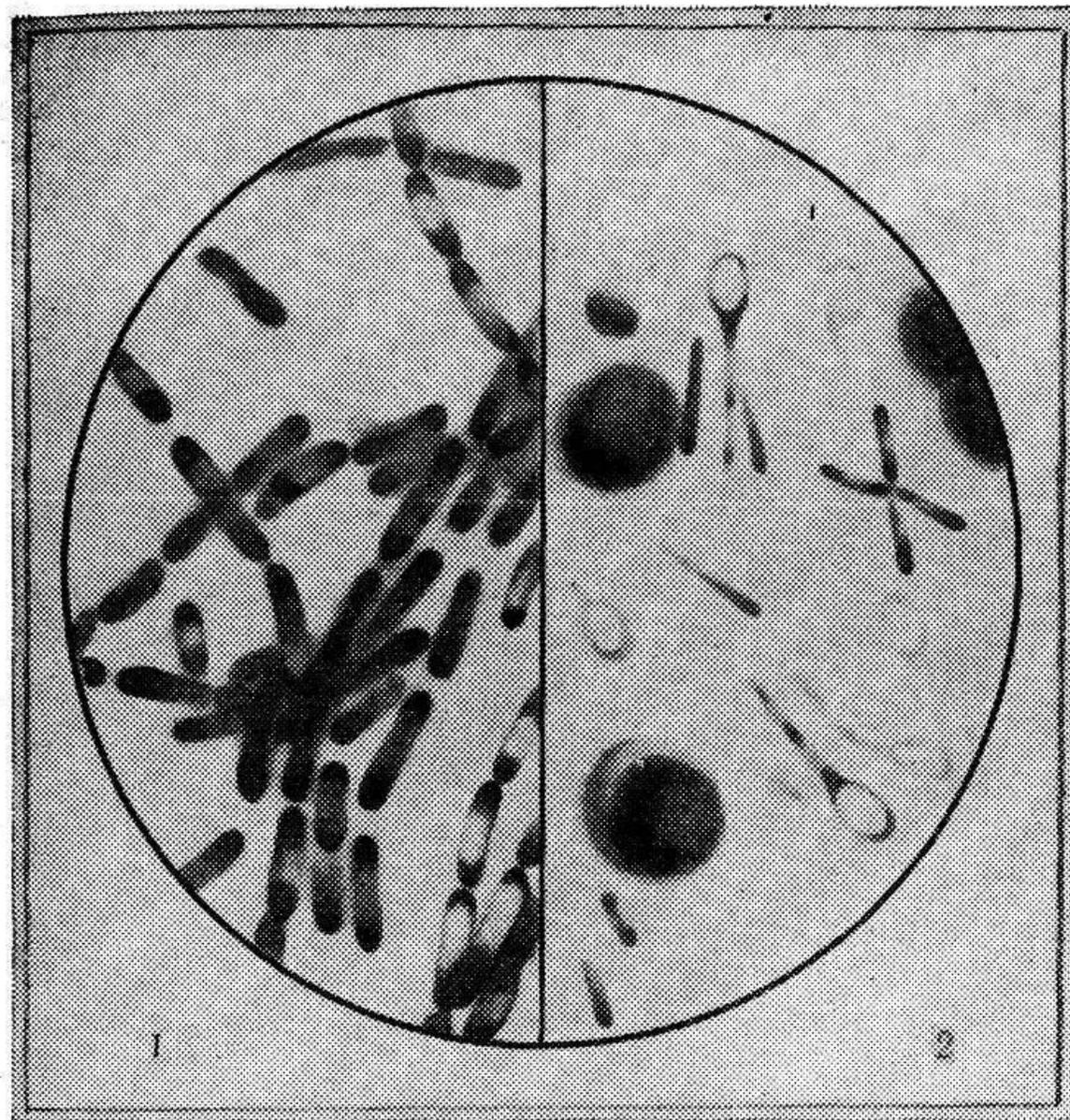
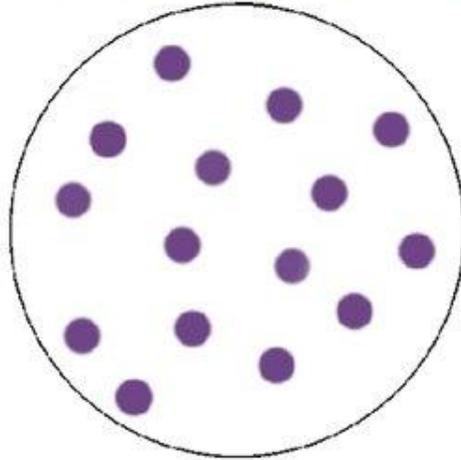
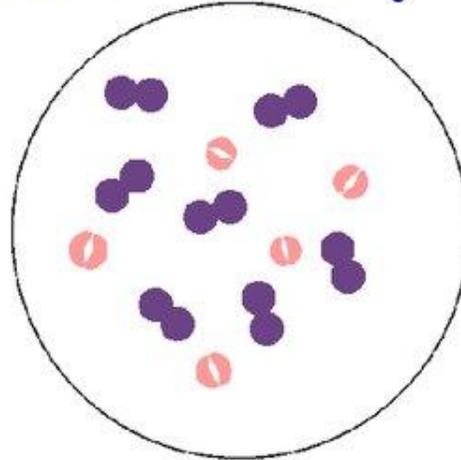


Рис. 38. Возбудители сибирской язвы (1) и столбняка (2).
microbiology.ucoz.org

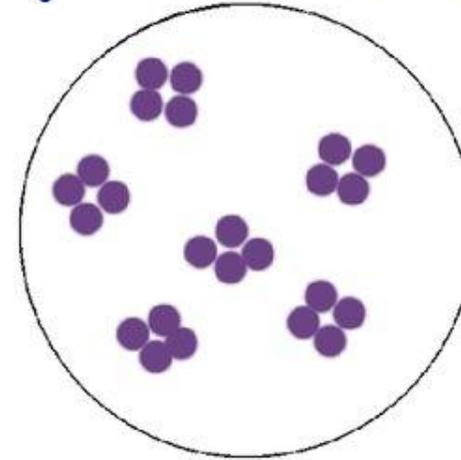
Кокковидные микроорганизмы



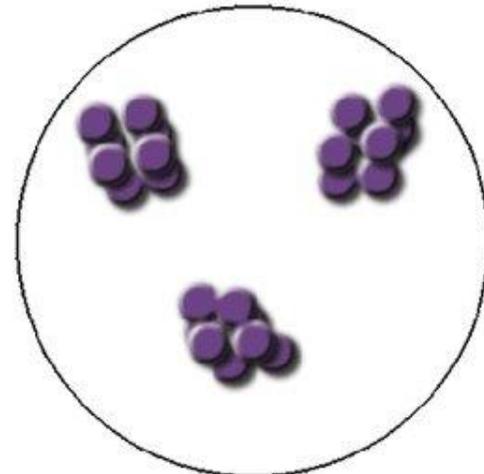
микрোকки



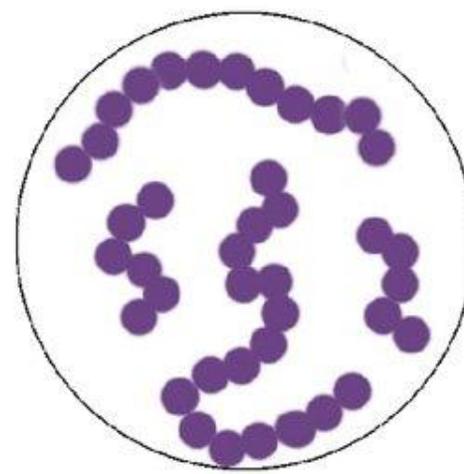
диплококки



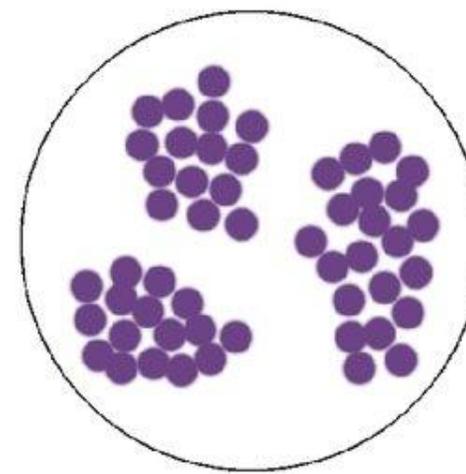
тетракокки



сарцины

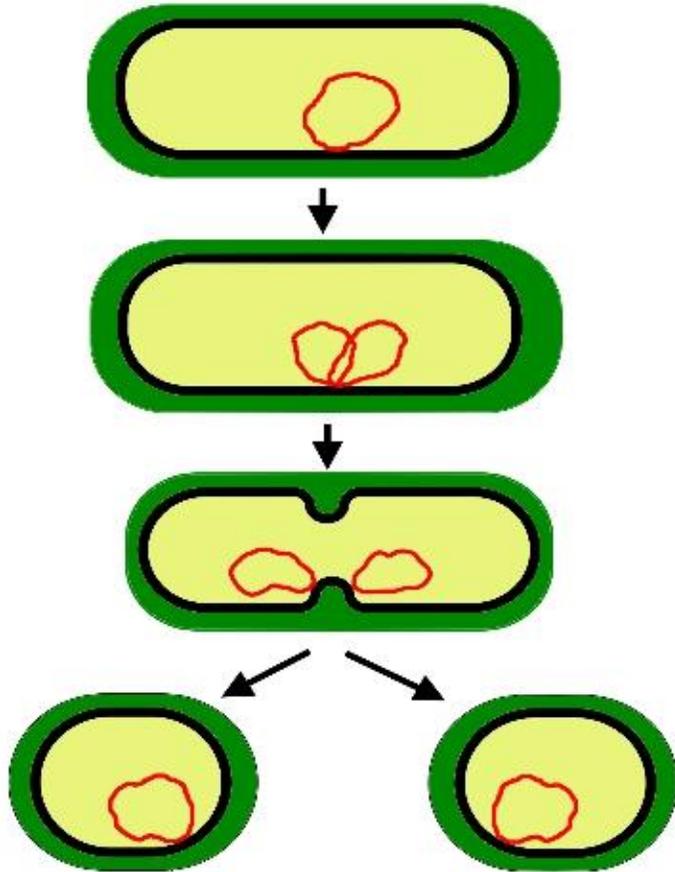


стрептококки



стафилококки

Размножение



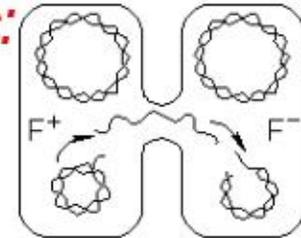
Основной способ
размножения бактерий -

бесполое размножение:

- *деление клетки надвое,*
- *почкование.*

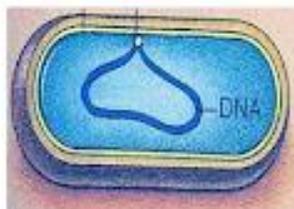
Половой процесс:

- Конъюгация.
- Трансдукция.
- Трансформация .



Размножение бактерий - бинарное деление

Место прикрепления ДНК к мембране



Частично реплицированная ДНК



Две ДНК (хромосомы)



Расхождение хромосом



Формирование мембран дочерних клеток



Дочерние клетки

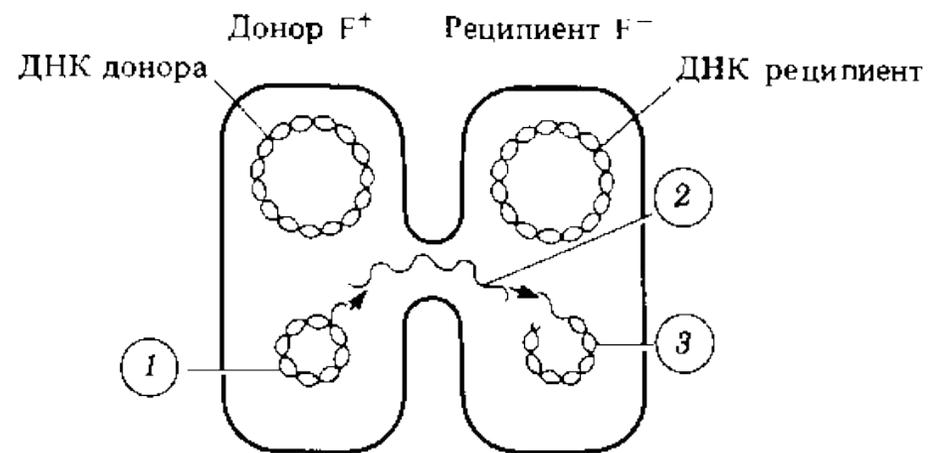
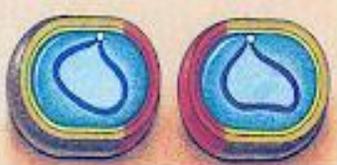


Рис. 2.10. Конъюгация и перенос F-фактора из клетки в клетку. 1, 2 и 3 обозначают последовательность этапов переноса. 1 - раскручивающийся и одновременно реплицирующийся F-фактор; 2 - одноцепочечный F-фактор проникает в клетку-реципиент через F-фимбрию; 3 - F-фактор с синтезирующейся комплементарной цепью.

Физиология микроорганизмов

- Собственно метаболизм.
- Для каждой группы микроорганизмов характерен свой спектр благоприятных факторов для роста и размножения. Температура, органический субстрат, действие излучения, действия лекарственных, химических препаратов, доступ к кислороду.
- В соответствии с типом питания, условиями роста и размножения выстраивают ряд методов идентификации (обнаружения) определенного вида микроорганизма, в частности, возбудителя заболевания.
- Основываясь на условиях существования определенного вида микроорганизмов, можно выделить конкретного возбудителя, поставить диагноз, выстроить схему лечения.

По типу дыхания микроорганизмы бывают

- **Аэробы** – для роста и развития необходим кислород.
- **Анаэробы** – не могут жить в присутствии кислорода.
- **Микроаэрофилы** – нуждаются в небольшом количестве кислорода.
- **Микроанаэрофилы** – способны переносить небольшое количество кислорода.

КЛАССИФИКАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ
ПО СТЕПЕНИ ИХ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ



- 1-я** - возбудители особо опасных инфекций, например, **чумы, натуральной оспы, желтой лихорадки.**
- 2-я** - возбудители высококонтагиозных эпидемических заболеваний человека, например, **сибирской язвы, бруцеллеза, малярии, сыпного тифа.**
- 3-я** - возбудители инфекционных болезней, выделяемых в самостоятельные нозологические группы, например, **брюшного тифа, шигеллеза, дифтерии.**
- 4-я** - условно патогенные микроорганизмы, возбудители оппортунистических инфекций, например, **клебсиеллы, протей.**
- Нумерация групп микробов, принятая в России, отличается от классификации ВОЗ обратным порядком*

Лаборатории по типу биологической опасности

- Лаборатория – учреждение, выполняющее экспериментальные, контрольные и аналитические исследования.

Типы:

- Клинико-диагностическая (КДЛ) общего и специального (биохимическая, бактериологическая, иммунологическая, цитологическая) типа, входящие в состав больниц, поликлиник, диспансеров.
- Санитарно-бактериологическая лаборатория
- Санитарно-химическая лаборатория
- Специализированная лаборатория (особо опасных инфекций)



4



2



3



1

В процессе работы

«Заразная» зона

- помещение для приема и регистрации материала;
- боксированные помещения с предбоксами или помещения, оснащенные боксами биологической безопасности;
- помещения для проведения бактериологических (вирусологических) исследований;
- помещения для проведения иммунологических исследований;
- помещение для люминесцентной микроскопии;
- помещение для паразитологических исследований;
- помещения для ПЦР-диагностики;
- термостатная комната;
- помещение для обеззараживания материала (автоклавная)

«Чистая» зона

- моечная;
- стерилизационная;
- помещения для приготовления, разлива, хранения питательных сред и диагностических препаратов;
- помещения для работы с документами и литературой;
- кабинет заведующего;
- помещения для отдыха и приема пищи;
- гардероб для персонала;
- туалет;
- подсобные помещения

- Работа в лаборатории проводится строго в СИЗ: маска, шапочка, перчатки, халат, медицинский костюм. Иногда дополнительно используют щиток или очки.
- Работа проводится в ламинарном шкафу. Вытяжка шкафа должна быть включена во время работы.
- Для удерживания пробирок используются штативы.
- Дозаторы используются для забора из пробирки определенного количества материала.
- Центрифуга – для выделения осадка материала или гомогенизации.
- Все отходы утилизируют в контейнеры или пакеты с пометкой «Отходы класса Б» (желтый цвет).

Правила работы в микробиологической лаборатории

- Работа выполняется строго в СИЗ.
- При работе с потенциально зараженным материалом следует соблюдать максимальную осторожность, избегать разливания и разбрызгивания материала.
- Не открывать окна лаборатории во время работы.
- На рабочем столе должно находиться только необходимое для данного исследования оборудование.
- Запрещено переходить из грязной зоны в чистую в рабочей одежде.
- Если при работе в микробиологической лаборатории произошла чрезвычайная ситуация, к примеру, разбилась пробирка либо чашка Петри, на которой выращивались микроорганизмы, то на этом участке (на полу, спецтехнике) проводится обеззараживание путём обработки его дезинфицирующим раствором.

- Посуду, материал и другой потенциально зараженный объект запрещено переносить за пределы лаборатории.
- В спецодежде запрещено переходить за пределы лаборатории.
- По окончании работы за столом, вся поверхность обрабатывается дезинфицирующим раствором (содержащим перекись). Многоходовые инструменты и посуда отправляются на автоклавирование и дальнейшую стерилизацию.
- Возможна обработка помещения ультрафиолетом.
- По окончании работы в лаборатории одноразовые СИЗ утилизируются в отходы класса Б.

Экология микроорганизмов. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы

- **Экология микроорганизмов** - это наука о взаимоотношениях микроорганизмов в их естественной среде обитания.
- Отдельные свойства среды обитания, влияющие на микроорганизмы, называются *экологическими факторами*.
- Экологические факторы могут быть как благоприятными, так неблагоприятными для данного вида микроорганизмов.
- Под действием факторов среды микроорганизмы способны изменяться (мутировать). Приобретать устойчивость к высушиванию, влиянию УФ-лучей, действию лекарственных препаратов, переживая неблагоприятные условия в споровых формах или имеют защитные механизмы (плазмиды резистентности к антибиотикам).



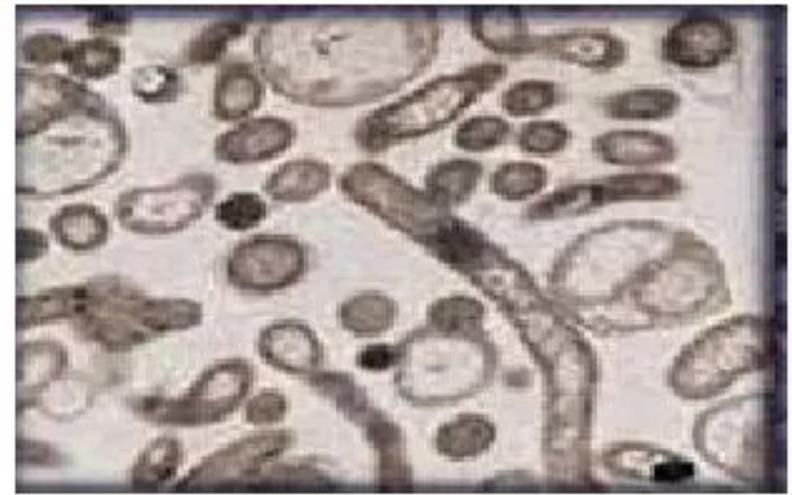
Экология микроорганизмов. Их распространение

- Обычно различают аэробиионтов (обитателей суши и воздуха), гидробионтов (водные организмы), геобионтов (обитателей почвы) и паразитов (обитающих в других организмах).
- В почве долгое время могут сохраняться споры микроорганизмов. Бактерии столбняка, сибирской язвы.
- Через продукты могут передаваться как клетки бактерий и других микроорганизмов, так и их токсины. (Сальмонелла в курином яйце).

МИКРОБИОЦЕНОЗ ВОДЫ

- псевдомонады
- микрококки
- вибрионы
- кишечная палочка и возбудители брюшного тифа переживают в воде длительное время, а возбудители холеры размножаются

Вода играет большую роль в передаче инфекционных болезней. Возбудители кишечных инфекций, полиомиелита, туляремии, лептоспироза нередко вызывают «водные» эпидемии, а для холеры вода служит основным путем передачи инфекции.



Воздушная среда – как фактор распространения инфекционных заболеваний

- При **воздушно-капельном** пути микроорганизмы переносятся в капельках слизи и задерживаются носом, откуда, размножаясь, проникают в организм, дополнительно размножаются и вызывают болезнь.
- При **аэрозольном** пути передачи непосредственный контакт с больным необязателен: возбудители инфекции «висят» в воздухе внутри аэрозоля до его высыхания или осаждения.
- При **пылевом пути** микроорганизмы механически с пылью переносятся с почвы в организм человека или на раневые поверхности.

