



АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ МИКРОБИОЛОГИИ И ИММУНОЛОГИИ

ЛЕКЦИЯ 3

**Классификация, морфология и ультраструктура грибов,
простейших и вирусов. Прионы.**

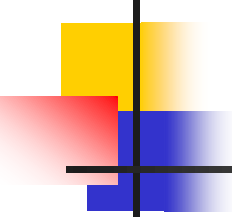
ФАКУЛЬТЕТ: *Лечебно-профилактический*
Предмет: *Медицинская микробиология - 1*

План лекции

- 1. Морфология и ультраструктура эукариотических микроорганизмов
 - - Классификация, морфология и ультраструктура грибов.
 - - патогенные для человека виды грибов: совершенные (Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota) и несовершенные (Deuteromycota) грибы.
 - - классификация, морфология и ультраструктура простейших.
 - - патогенные для человека виды простейших: типы Sarcomastigophora, Apicomplexa, Ciliophora, Microspora
- 2. Классификация, морфология и ультраструктура вирусов.
- 3. Патогенные для человека виды вирусов: ДНК- и РНК-вирусы.
- 4. Репродукция вирусов. Особенности репродукции РНК- и ДНК-вирусов. Позитивные и негативные РНК-геномные вирусы.
 - • Типы взаимодействия вирусов с клеткой хозяина: продуктивный, абортивный, интегративный.
 - • Вирогения и ее механизмы
- 5. Понятие о прионах и вириодах.

Мир микробов

Неклеточные формы	Клеточные формы			
	Домен «Bacteria»	Домен «Archaea»	Домен «Eukarya»	
	Прокариоты		Эукариоты	
<p>Прионы</p> <p>Вироиды</p> <p>Вирусы</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Бактерии с тонкой клеточной стенкой, грамотрицательные (протеобактерии и др.) 	<p>Архебактерии</p>	<p>Простейшие (царство Animalia, подцарство Protozoa):</p> <p>тип Sarcomastigophora</p> <p>тип Apicomplexa</p> <p>тип Ciliophora</p> <p>тип Microspora</p>	<p>Грибы (царство Fungi)</p> <p>тип Zygomycota</p> <p>тип Ascomycota</p> <p>тип Basidiomycota</p> <p>тип Deuteromycota, или митоспоровые грибы</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Бактерии с толстой клеточной стенкой, грамположительные 			
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Бактерии без клеточной стенки – микоплазмы 			



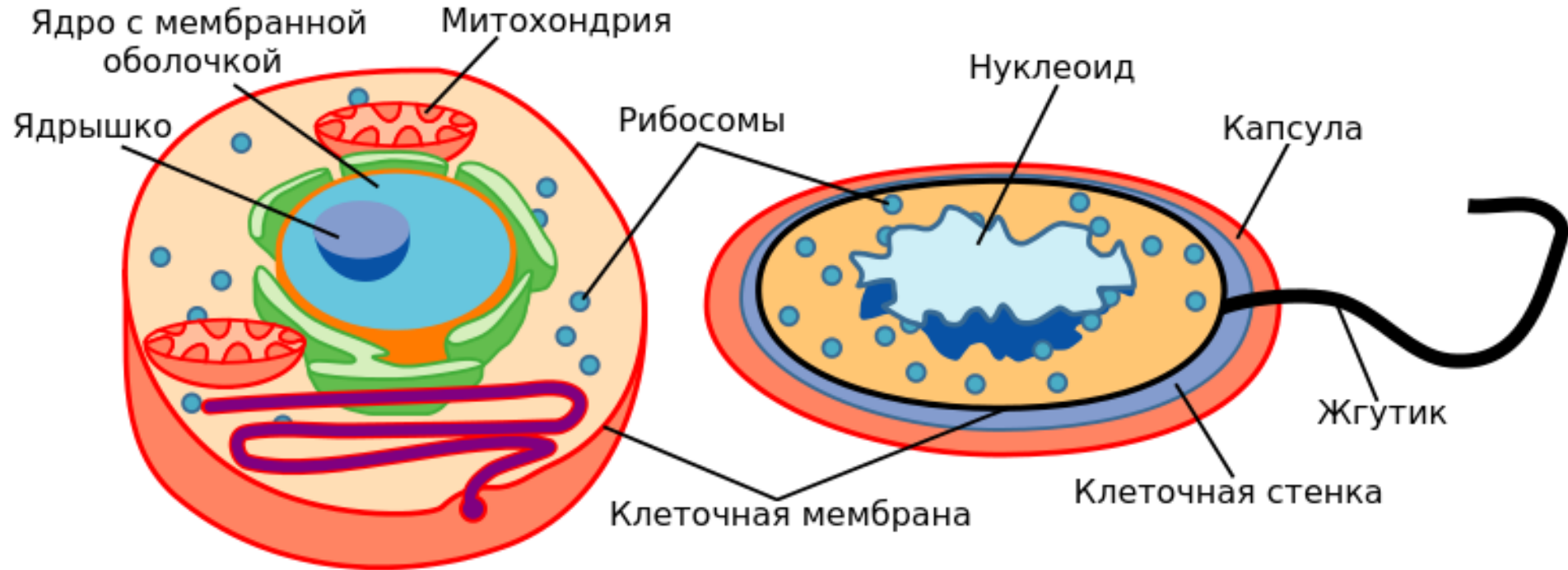
Некоторые отличительные признаки эукариотов и прокариотов

Признак	Прокариотная клетка	Эукариотная клетка
Размер	1-10 мкм	10-100 мкм
Ядерная мембрана	Отсутствует	Имеется
Хромосома	Одна	Несколько
Гистоны	Отсутствуют	Имеются
Тип деления	Бинарный	Митотический
Специализированные мембранные структуры	Отсутствуют	Имеются
Клеточная стенка	Содержит пептидогликан	Содержит хитин или целлюлозу
Стероиды клеточной стенки	Отсутствуют	Имеются
Рибосомы	70 S	80 S
Анаэробное дыхание	Возможно	Обычно отсутствует
Фиксация азота	Возможна	Невозможна

Строение эукариотов и прокариотов

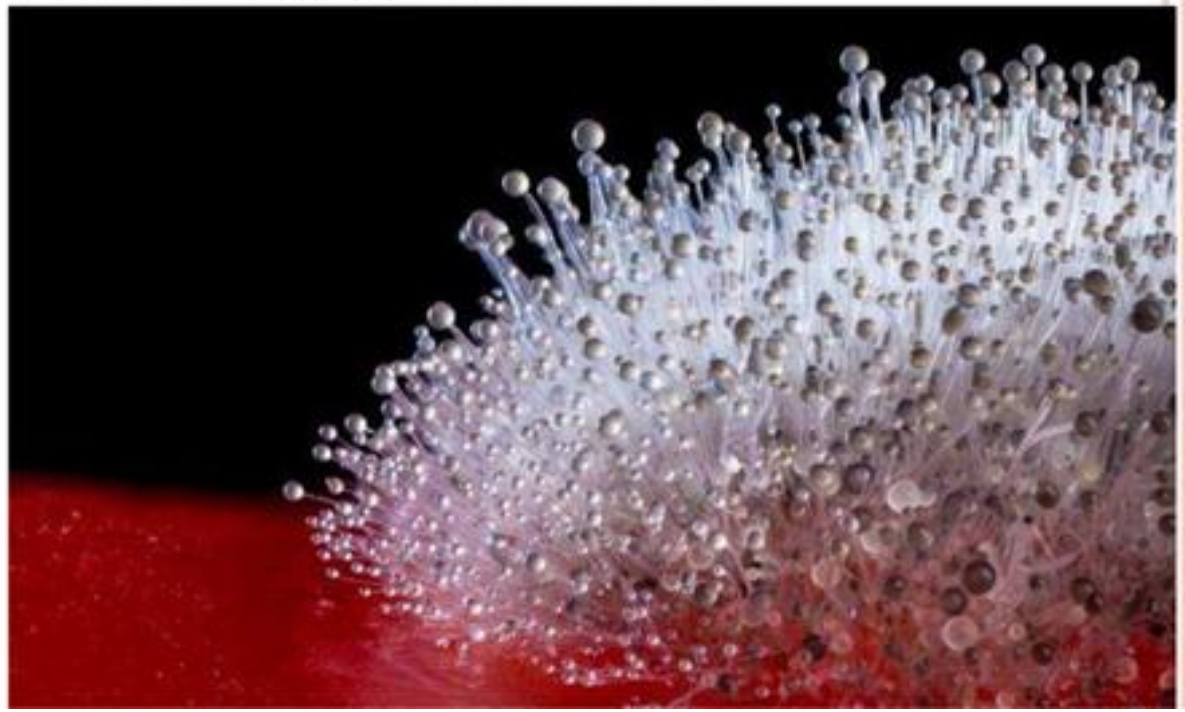
Эукариот

Прокариот



ГРИБЫ

- Грибы (Fungi, Mycetes) — низшие растительные организмы, не имеющие хлорофилла. Некоторые грибы способны вызывать болезни растений (рак и фитофтора картофеля и др.), насекомых, животных и человека.



Общая характеристика грибов

- Царство Грибы — около 100 тыс. видов.
- Наука, изучающая грибы – микология.
- Распространены повсеместно – на почве, на растительных останках и пищевых продуктах, в тканях растений, животных и человека
- Продолжительность жизни: от нескольких дней (у плесневых грибов) до нескольких лет (у шляпочных).

Грибы

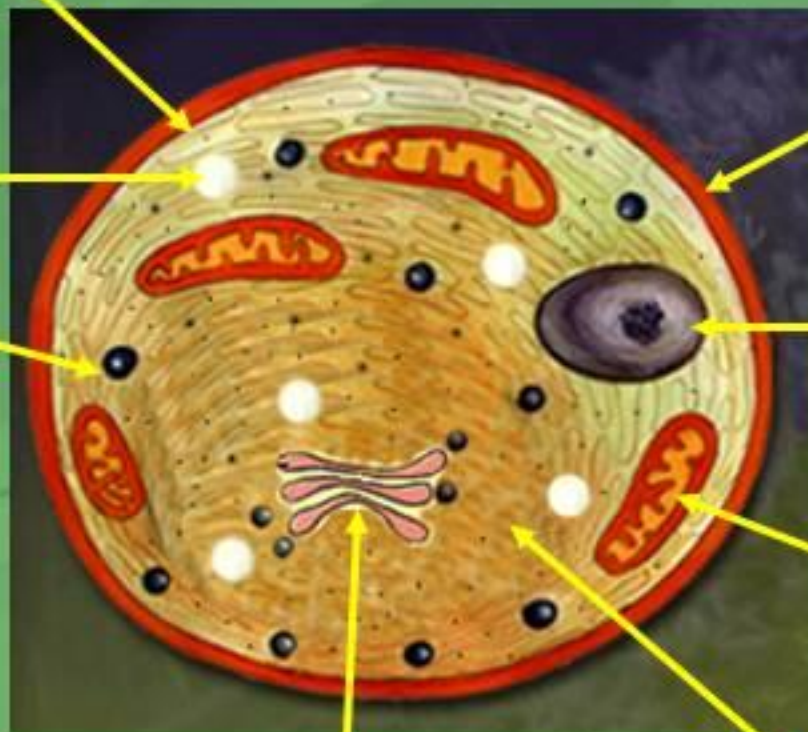
- Одно- или многоклеточные безхлорофильные растительные микроорганизмы, являющиеся эукариотами
- Относятся к царству Fungi (Mycetes, Mycota)
- Различают гифальные (2-100 мкм) и дрожжевые (2-5 мкм) грибы.
- По строению – низшие (без перегородок) и высшие (септированные)
- По характеру размножения – совершенные (половое размножение) и несовершенные (бесполое размножение).

Строение клетки грибов

плазматическая
мембрана

клеточная
оболочка из
хитина

вакуоль



лизосома

ядро

запасное
вещество
(гликоген)

митохондрия

ЭПС,

аппарат Гольджи

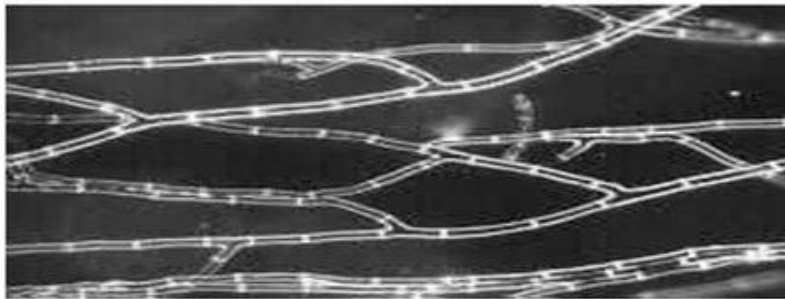
цитоплазма с
рибосомами

Морфология грибов



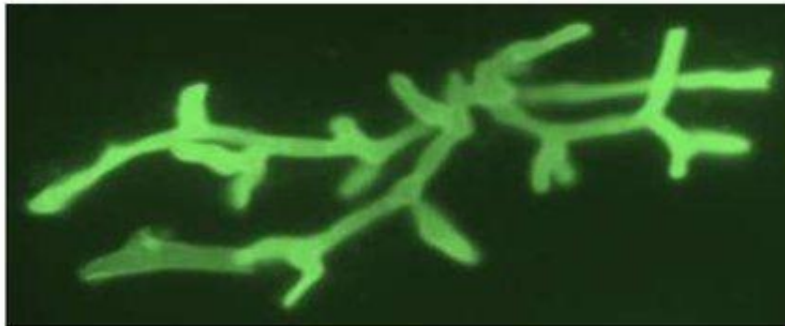
Мицелий – это беспорядочное переплетение тонких нитей – гиф (от греч. *huphe* - сеть).

Гифы – трубки, наполненные клеточным содержимым ($d = 0,8 \div 15$ мкм).



Септы – поперечные перегородки (только у плесневых грибов)

Мицелий септированный



Мицелий несептированный

Классификация грибов

Царство Грибы

```
graph TD; A[Царство Грибы] --> B[Высшие грибы]; A --> C[Низшие грибы];
```

Высшие грибы

Гифы разделены на **отдельные клетки** с одним или несколькими ядрами.

Классы высших грибов:

Аскомицеты

Базидиомицеты

Дейтеромицеты

Низшие грибы

Гифы представляют как бы **одну** разветвлённую **клетку** с **большим** количеством ядер.

Классы низших грибов:

Хитридиомицеты

Оомицеты

Зигомицеты

Гифальные грибы

Гифальные (плесневые) грибы образуют ветвящиеся тонкие нити (гифы), сплетающиеся в грибницу или мицелий (плесень). Толщина гиф колеблется от 2 до 100 мкм.

Гифы, вырастающие в питательный субстрат, называются вегетативными гифами (отвечают за питание гриба), а растущие над поверхностью субстрата – воздушными или репродуктивными гифами (отвечают за бесполое размножение).

Гифы низших грибов не имеют перегородок. Они представлены многоядерными клетками и называются ценоцитными (от греч. *koinos*– единый, общий).

Гифы высших грибов разделены перегородками или септами с отверстиями.

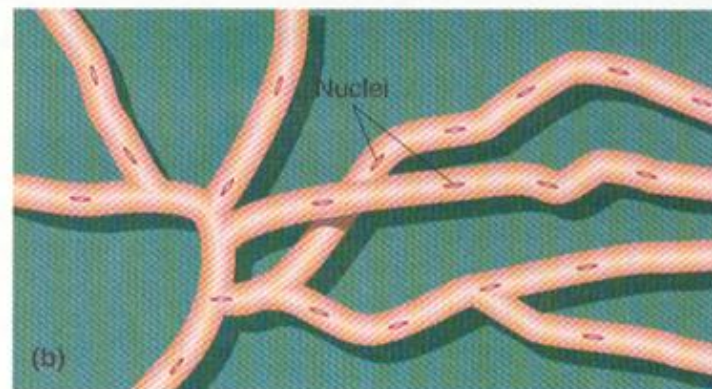
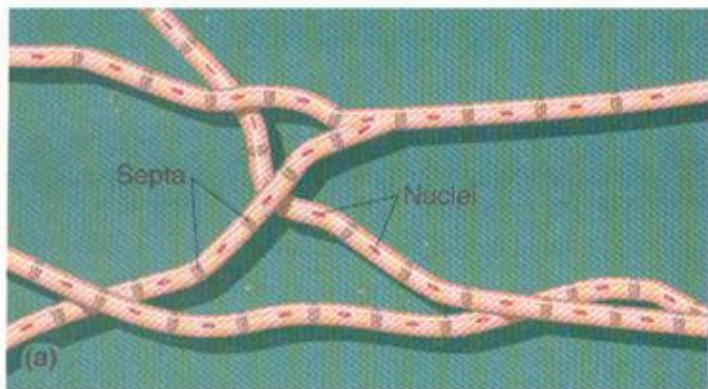


FIGURE 11-4 Characteristic hyphal structures. (a) Septate hyphae; (b) aseptate hyphae. (Note the absence of septa between nuclei.)

Дрожжевые грибы

Дрожжевые грибы (дрожжи), в основном, имеют вид отдельных овальных клеток (одноклеточные грибы).

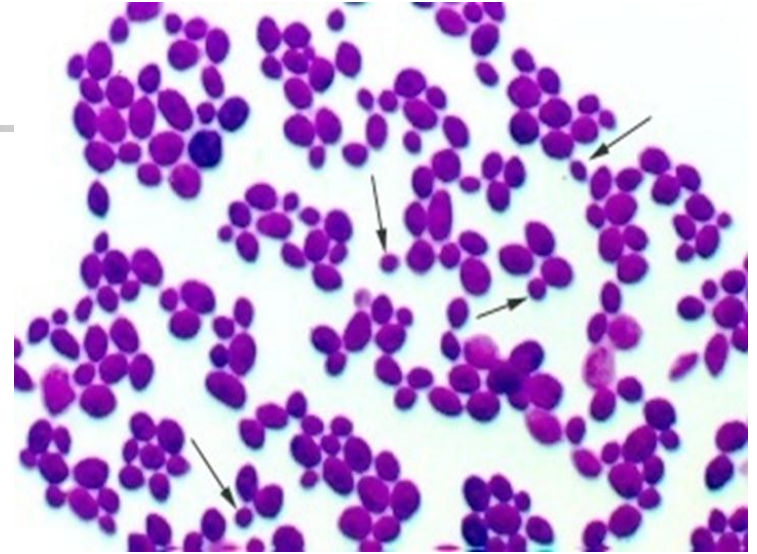
По типу полового размножения они распределены среди высших грибов - аскомицет и базидиомицет.

При бесполом размножении дрожжи образуют почки или делятся, что приводит к одноклеточному росту.

Могут образовывать псевдогифы и ложный мицелий (псевдомицелий) в виде цепочек удлиненных клеток – «сарделек».

Грибы, аналогичные дрожжам, но не имеющие полового способа размножения, называют дрожжеподобными. Они размножаются только бесполом способом – почкованием или делением.

Понятие «дрожжеподобные грибы» часто идентифицируют с понятием «дрожжи».



Диморфизм грибов

- Диморфизм – способность к гифальному или дрожжеподобному росту, в зависимости от условий культивирования
 - В пораженной ткани – дрожжеподобные клетки.
 - На питательных средах – в форме плесневых грибов (образуют гифы и мицелий)

Диморфизм грибов

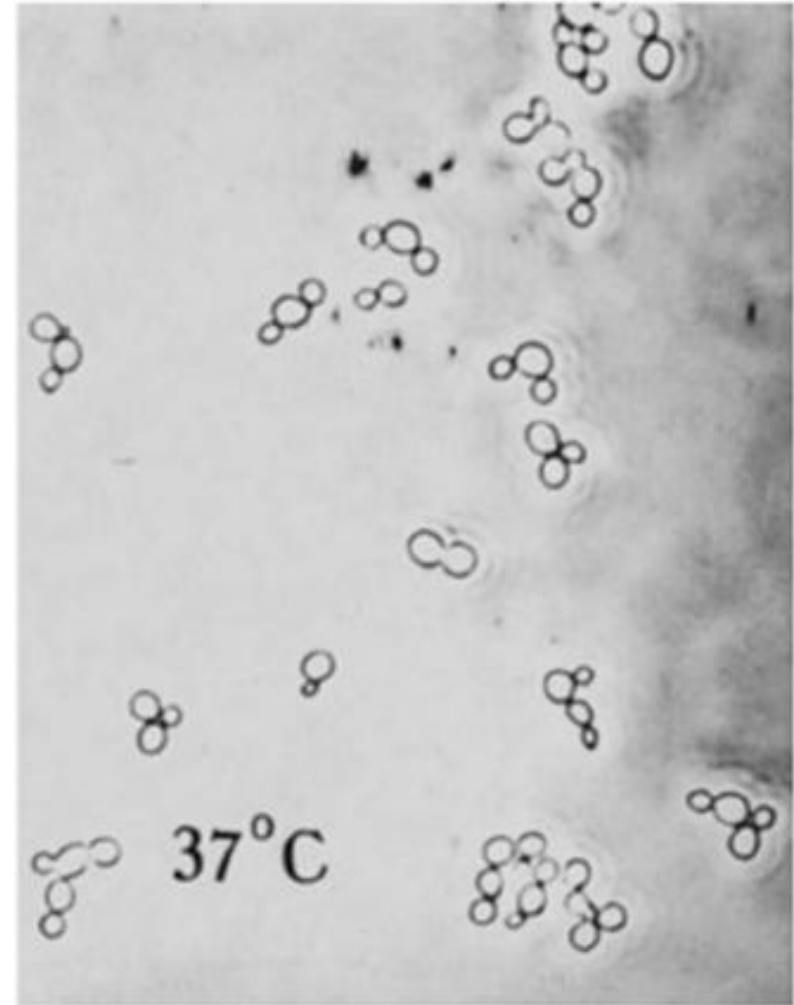
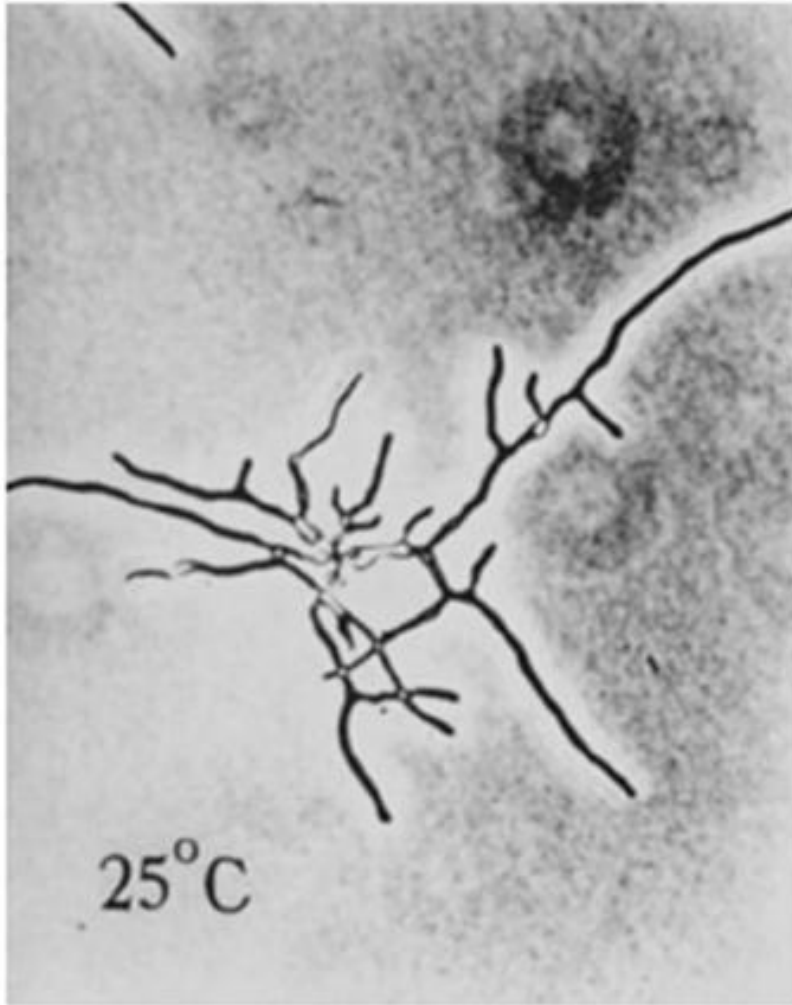


FIGURE 5-13. Dimorphism. Photomicrographs illustrating the dimorphic fungus, *H. capsulatum*, being grown at 25°C (left photo) and at 37°C (right photo). (From Schaeter M, et al., eds. *Mechanisms of Microbial Disease*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.)

Размножение грибов

Половое

слияние

специализированных
клеток

Бесполое

спорами



Спорангий
мукона

вегетативное

частями
мицелия



почкование



БЕСПОЛОЕ И ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

Споры бывают двух видов: **бесполое** и **половое**.

Бесполое споры могут быть внутренними (эндогенными) и наружными (экзогенными).

У большинства грибов имеются и бесполое, и половое споры, и только грибы, относящиеся к классу несовершенных грибов, лишены половых спор.

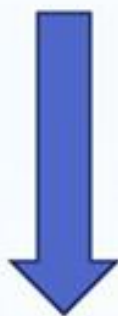
Несовершенные грибы – размножаются бесполом путем.

Совершенные грибы – размножаются половым и бесполом путем.

БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ У ГРИБОВ



Почкование



Экзогенные споры (конидии) - образуются на вершинах специальных гиф



Эндогенные споры - образуются внутри спорангиев



ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ У ГРИБОВ



Класс Низшие грибы

- Конъюгация (сливаются две гаметы и образуется зигоспора).
- Затем она формирует спорангии, где происходит мейоз, и образуются гаплоидные споры.
- Из них развивается новый мицелий.



Класс Высшие грибы

Образуются:

- сумки (аски), внутри которых развиваются гаплоидные аскоспоры.
- базидии, к которым прикрепляются снаружи базидиоспоры.

Классификация грибов

Царство **Mycota**

Отряд **Mycomycota**

Eumycota

Класс **Chitridiomycetes**

Oomycetes

Zigomycetes

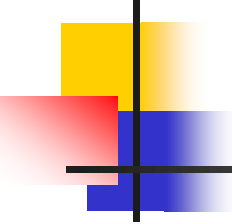
Ascomycetes

Basidiomycetes

Deuteromycetes несовершенные

низшие

высшие



Типы грибов, имеющих медицинское значение

- Выделяют три типа грибов, имеющих половой способ размножения (так называемые, *совершенные грибы*): **зигомицеты (*Zygomycota*)**, **аскомицеты (*Ascomycota*)** и **базидиомицеты (*Basidiomycota*)**.
- Отдельно выделяют условный, формальный тип или группу грибов – **дейтеромицеты (*Deiteromycota*)**, у которых имеется только бесполой способ размножения (так называемые, *несовершенные грибы*)

Зигомицеты

Зигомицеты относятся к низшим грибам (мицелий несептированный). Они включают представителей родов *Mucor*, *Rhizopus*, *Rhizomucor*, *Absidia*, *Basidiobolus*, *Conidiobolus*.

Распространены в почве и воздухе.

Могут вызывать зигомикоз (мукоромикоз) лёгких, головного мозга и др. органов человека.

При бесполом размножении зигомицет на плодоносящей гифе (спорангиеносце) образуется спорангий – шаровидное утолщение с оболочкой, содержащее многочисленные спорангиоспоры.

Половое размножение у зигомицет происходит с помощью зигоспор.

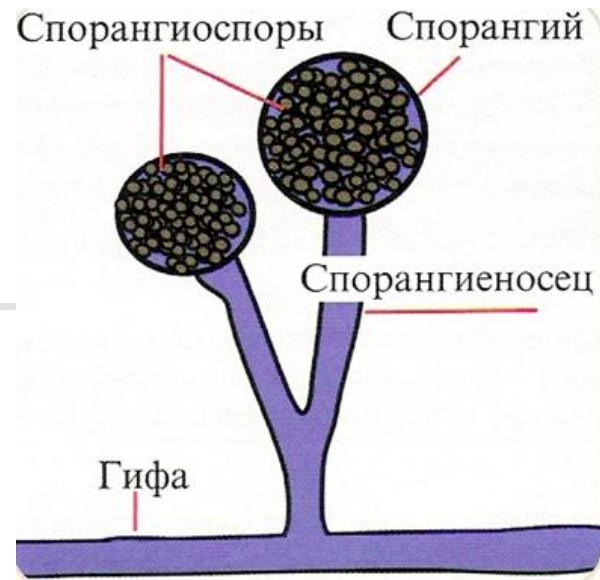


Рис. 6.1. Грибы рода *Mucor*

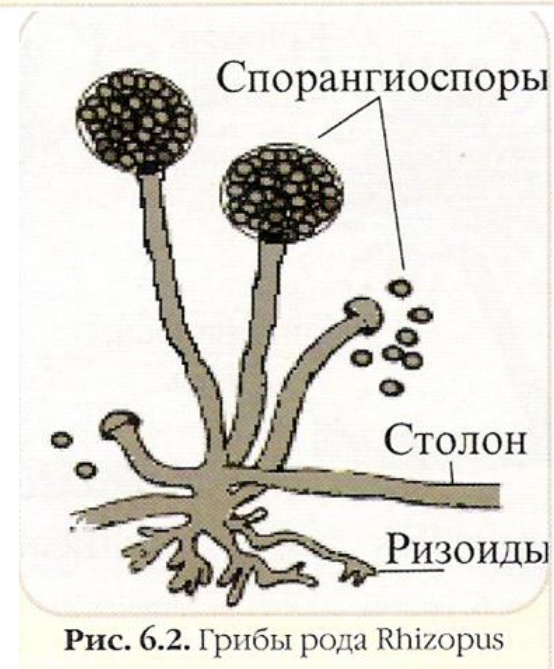


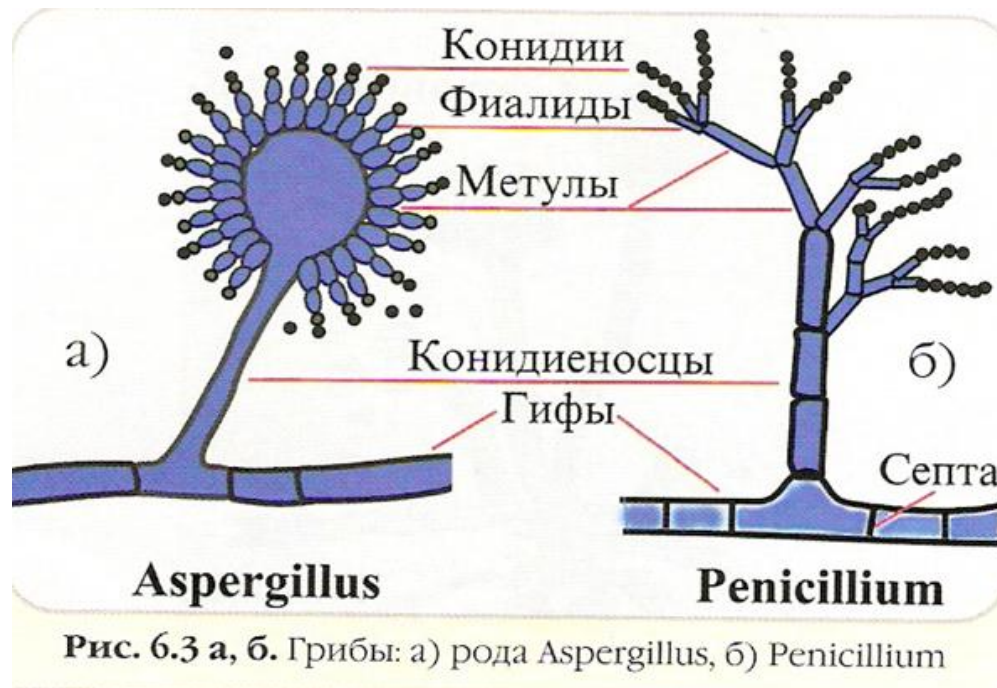
Рис. 6.2. Грибы рода *Rhizopus*

Аскомицеты

Аскомицеты (сумчатые грибы) имеют септированный мицелий (кроме одноклеточных дрожжей). Свое название они получили от основного органа плодоношения – сумки, или аска, содержащего 4 или 8 гаплоидных половых спор (аскоспор).

К аскомицетам относятся отдельные представители (телеоморфы) родов *Aspergillus* и *Penicillium*.

Большинство грибов родов *Aspergillus* и *Penicillium* являются анаморфами, т.е. размножаются только бесполом путем, с помощью бесполой спор – конидий и должны быть отнесены по этому признаку к несовершенным грибам

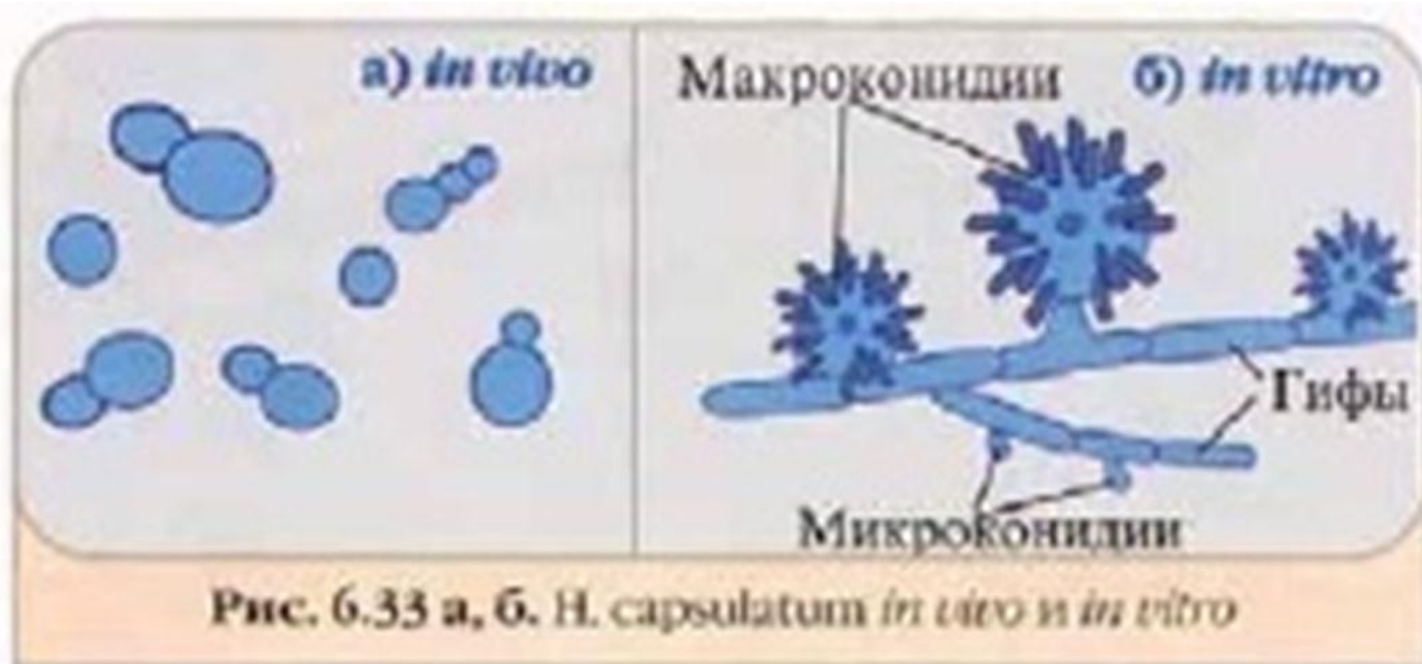


Дрожжевые аскомицеты

Представителями аскомицетов являются также **дрожжи** (роды *Saccharomyces*, телеоморфы многих видов *Candida*).

Дрожжи – одноклеточные грибы, утратившие способность к образованию истинного мицелия; имеют овальную форму клеток диаметром 3-15 мкм. Они размножаются почкованием, бинарным делением на две равные клетки или половым путем с образованием аскоспор.

Заболевания, вызываемые некоторыми видами дрожжей, получили название дрожжевых микозов (напр., гистоплазмоз)



Базидиомицеты

Базидиомицеты (шляпочные грибы) имеют септированный мицелий.

Они образуют половые споры - базидиоспоры путем отшнуровывания от базидия – концевой клетки мицелия, гомологичной аску.

К базидиомицетам относятся некоторые дрожжи, например, телеоморфы *Cryptococcus neoformans*

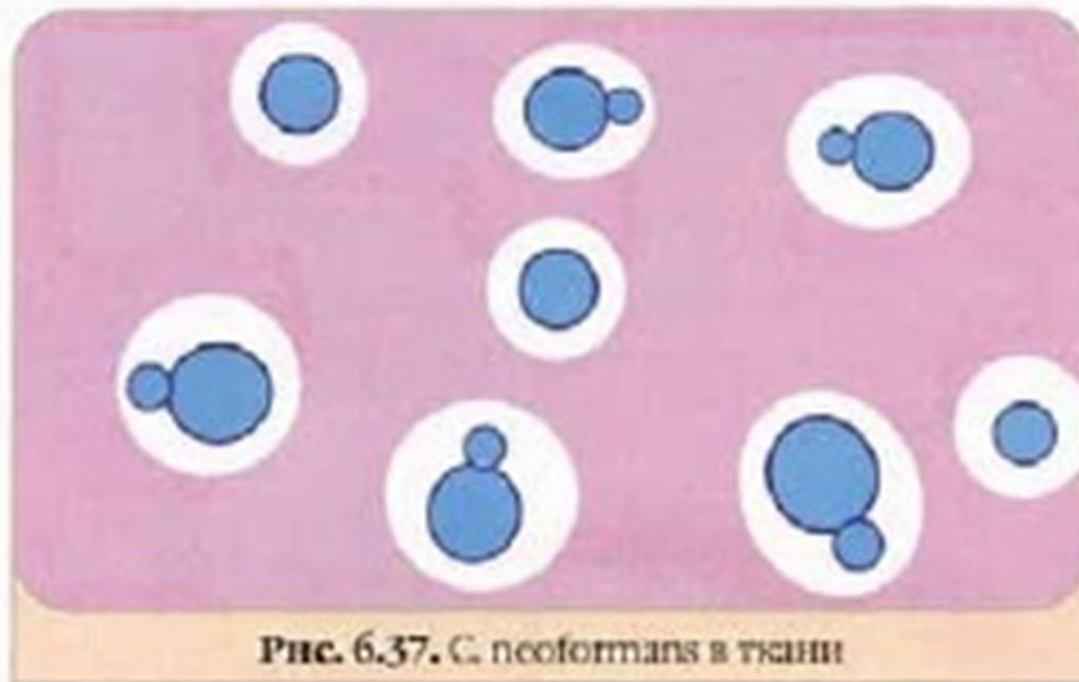
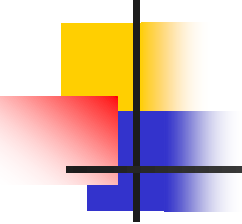


Рис. 6.37. *C. neoformans* в ткани

Дейтеромицеты



Дейтеромицеты (несовершенные грибы, *Fungi imperfecti*, аноморфные грибы, конидиальные грибы) являются условным, формальным типом грибов, который объединяет грибы, не имеющие полового размножения.

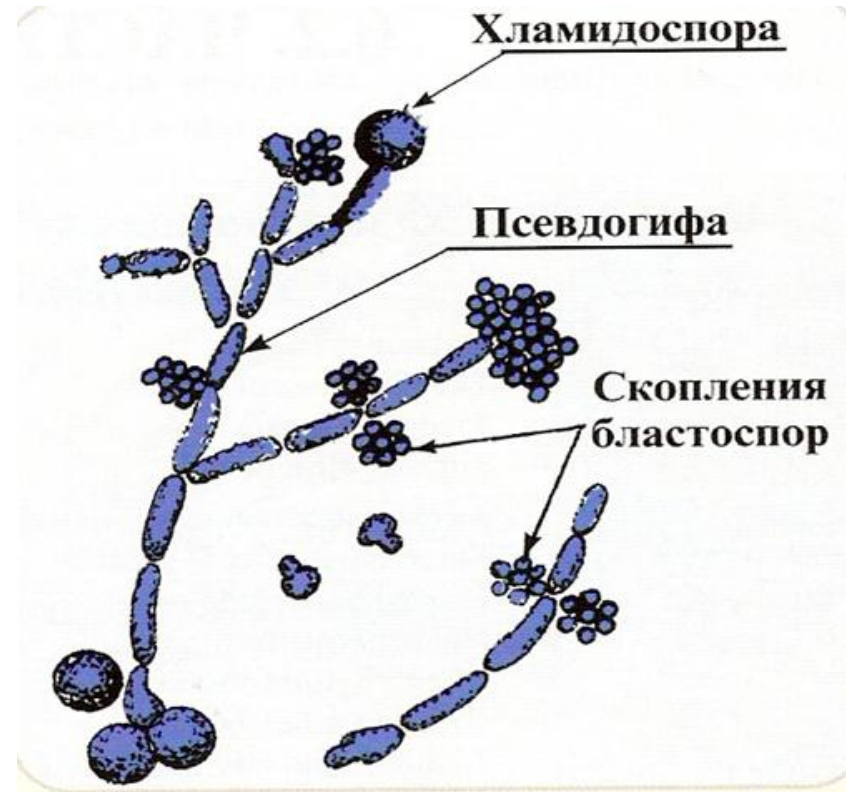
Слово «формальный» означает, что потенциально эти грибы могут иметь половой способ размножения; при установлении последнего факта, грибы переносятся в один из известных типов - *Ascomycota* или *Basidiomycota* и им присваивают название телеоморфной формы.

Дрожжеподобные дейтеромицеты

К дейтеромицетам относятся несовершенные дрожжи (дрожжеподобные грибы), например, некоторые грибы рода *Candida*, поражающие кожу, слизистые оболочки и внутренние органы (кандидоз).

Они имеют овальную форму, диаметр 2-5 мкм, делятся почкованием, образуют псевдогифы (псевдомицелий) в виде цепочек из удлиненных клеток; иногда образуют гифы.

Для *Candida albicans* характерно образование хламидоспор.



Группа грибов	Наименование грибов	Заболевания
ЗИГОМИЦЕТЫ тип <i>Zygomycota</i>	Rhizopus, Mucor, Rhizomucor, Absidia, Basidiobolus	зигомикоз
АСКОМИЦЕТЫ Тип <i>Ascomycota</i>	Saccharomyces, Pichia Candida	Многочисленные микозы
	Arthoderma Trichophyton Microsporum	Дерматомикозы
	Aspergillus Penicillium	Аспергиллез, пенициллез
	Nectria, Gibberella Fusarium	Кератоз, гиалогифомикоз
	Pneumocystis	Пневмония
БАЗИДИОМИЦЕТЫ Тип <i>Basidiomycota</i>	Amantia, Agaricus	Отравление ядовитыми грибами
		Криптококкоз
ДЕЙТЕРОМИЦЕТЫ Тип <i>Deiteromycota</i>	Candida, Cryptococcus, Trichosporon, Malassezia	Многочисленные микозы
	Epidermophyton, Coccidioides, Paracoccidioides, Sporothrix, Aspergillus	Многочисленные микозы
	Phialophora, Fonsecaea, Exophiala и др.	Хромобластомикоз, мицетома, феогифомикоз

Изучение морфологических свойств грибов

Изучение морфологических и тинкториальных свойств грибов проводится микроскопическим методом в нативных и окрашенных мазках. Для окраски мазков чаще всего используют простые методы окраски (метиленовый синий), а также методы Грама, Циля – Нильсена, Романовского-Гимза. При микроскопии обращают внимание на строение мицелия и органов спороношения. Также обращают внимание на форму дрожжевых клеток, наличие почковидных выпячиваний,

Морфология грибов

Дрожжевые грибы (дрожжи) имеют вид овальных клеток.

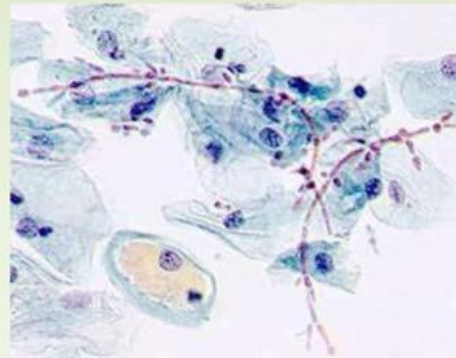


Рис. 1 Дрожжеподобный гриб рода *Candida* образует псевдомицелий (фиолетовые клетки).

Гифальные (плесневые) грибы образуют ветвящиеся тонкие нити (гифы), сплетающиеся в грибницу или мицелий.

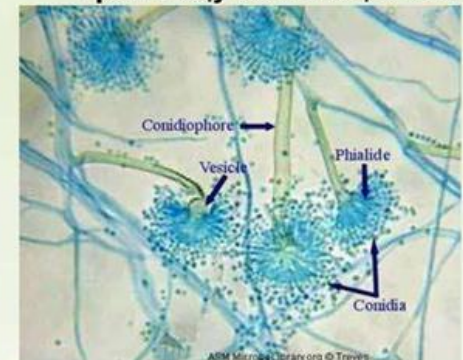
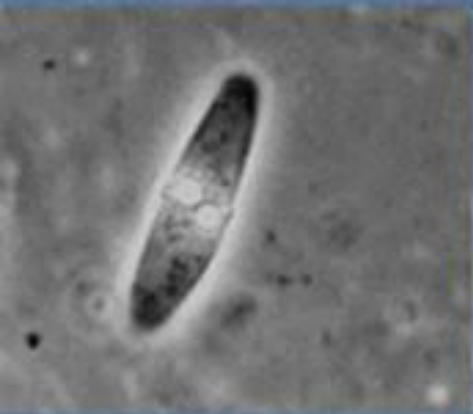
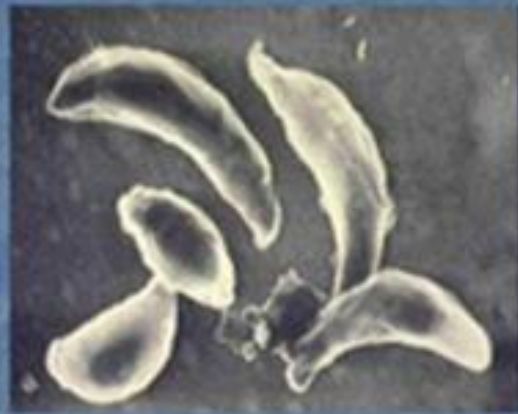


Рис. 2 Высшие грибы рода *Aspergillus*. Гифы низших грибов перегородок не имеют. Гифы высших грибов перегородки имеют.

Простейшие



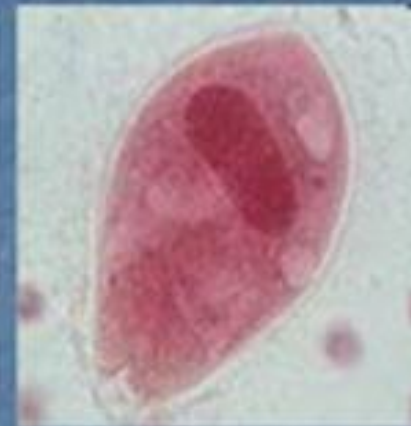
Plasmodium



Toxoplasma gondii



Entamoeba



Balantidium coli



Leishmania



Lamblia intestinale



Trypanosoma



Trichomonas

Простейшие — Protozoa

- (от греч. proto — начало, зоа — животное), микроскопические одноклеточные животные.
- Многие из них — возбудители тяжелых заболеваний человека и животных. Размеры простейших сильно варьируют: величина малярийного плазмодия 2—5 мкм, а балантидия 60—80 мкм.
- Структура клетки простейшего сходна со структурой клетки всех животных. Простейшие покрыты мягкой, гибкой и хрупкой внешней оболочкой — плазмолеммой, по структуре сходной с цитоплазматической мембраной бактерий.
-



1676 год -Антони ван
Левенгук, голландский
натуралист, первым увидел
простейших в капле воды.



В настоящее время известно около
70000 видов простейших.

Подцарство Простейшие включает в
себя несколько типов животных, тело
которых состоит из одной клетки. Эта
клетка выполняет все функции
живого организма: она
самостоятельно перемещается,
питается, перерабатывает пищу,
дышит, удаляет из своего организма
ненужные вещества, размножается.

Патогенные простейшие: **общая характеристика**

- Одноклеточные микроорганизмы
- По структуре близки к клеткам животных
- Большинство – *гетеротрофный* тип метаболизма
- Клетки покрыты плотной оболочкой – *пелликулой*
- Многие подвижны
 - временные *псевдоподии*
 - постоянные органеллы:
 - *жгутики*
 - *реснички*
- Механизм питания:
 - фагоцитоз (просто организованные)
 - специальные структуры для поглощения пищи (более сложно организованные простейшие)
- Механизм выделения - эндоцитоз
- Дыхание – всей поверхностью клетки
- В неблагоприятных условиях образуют цисты



ANIMALIA

PROTOZOA

Простейшие представлены 7 типами, из которых четыре типа (*Sarcomastigophora*, *Apicomplexa*, *Ciliophora*, *Microspora*) включают возбудителей заболеваний у человека.

SARCOMASTIGOPHORA:

дизентерийная амеба, лямблии, лейшмании, трихомонады, трипаносомы

APICOMPLEXA:

малярийные плазмодии, токсоплазмы, саркоцисты, изоспоры, криптоспоридии, циклоспоридии, бабезии

CILIOPHORA:
балантидии

MICROSPORA:
микроспоридии

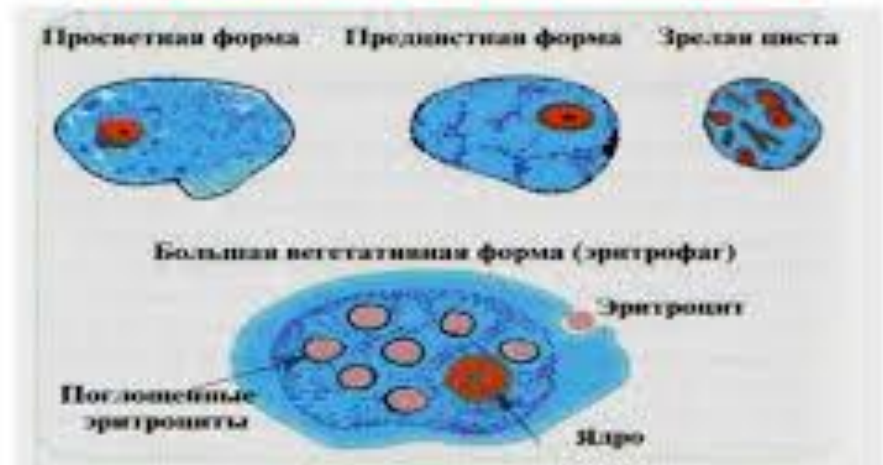
Тип *Sarcomastigophora*, подтип *Sarcodina*

Тип *Sarcomastigophora* состоит из подтипов *Sarcodina* и *Mastigophora*

Подтип *Sarcodina* (саркодовые) включает: **дизентерийную амёбу** – возбудителя амёбной дизентерии человека; **свободноживущие амёбы** родов *Naegleria*, *Acanthamoeba* и др.; непатогенные амёбы (кишечная амёба и др.).

Эти простейшие передвигаются путем образования псевдоподий, с помощью которых происходит захват и погружение в цитоплазму клеток питательных веществ. Половой путь размножения у амёб отсутствует. При неблагоприятных условиях они способны образовывать цисты.

Схема строения различных форм *Entamoeba histolytica*

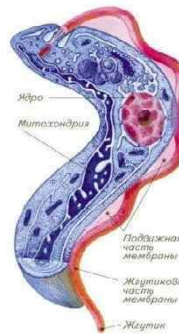


Тип *Sarcomastigophora*, подтип *Mastigophora*

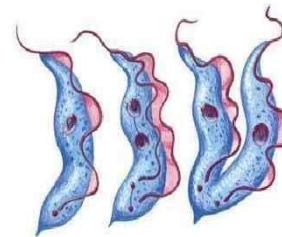
Подтип *Mastigophora* (жгутиконосцы) включает: **трипаносомы** - возбудителей африканского трипаномоза (сонной болезни) и болезни Шагаса; **лейшмании** - возбудителей лейшманиоза; **лямблию** - возбудителя лямблиоза; **трихомонаду** - возбудителя трихомоноза.

Эти простейшие характеризуются наличием жгутиков: у лейшманий - один жгутик, у трихомонад - 4 свободных жгутика и один жгутик, соединенный с короткой ундулирующей мембраной.

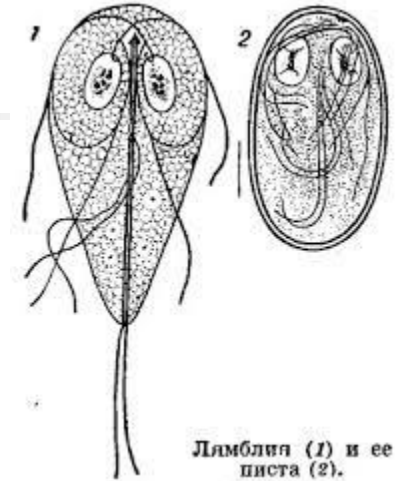
Одноклеточный жгутиконосец трипаносома



■ Трипаносома



■ ПРОДОЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ



Лямблия (1) и ее циста (2).



Рис. 5.4. Мазок. Чистая культура лейшманий (жгутиковая форма — промастигота). Окраска по Романовскому—Гимзе

Рис. 5.6. Препарат фагоцитированных лейшманий. Окраска по Романовскому—Гимзе



КИШЕЧНАЯ ТРИХОМОНАДА

- 1 - передние жгутики
- 2 - базифурацист
- 3 - переднее ядро
- 4 - ленивая трихома
- 5 - обычная ундулирующая мембрана
- 6 - кариосома
- 7 - актозоль
- 8 - шип
- 9 - задний жгутик
- 10 - лентикла
- 11 - плацентарное вакуоли

5 - 15 мкм

Тип Аписомплекса

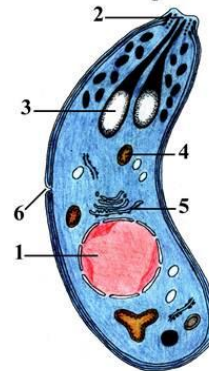
plasmodium vivax						
plasmodium malariae						
plasmodium ovale						
plasmodium falciparum						

Патогенные представители входят в класс (споровики): **плазмодии малярии** – возбудители *малярии* (3-дневной, тропической, 4-дневной и т.д); **токсоплазмы** – возбудители *токсоплазмоза*; **саркоцисты** – возбудители *саркоцистоза*; **изоспоры** – возбудители *изоспороза*; **криптоспоридии** – возбудители *криптоспоридиоза*; **циклоспоры** – возбудители *циклоспоридиоза*; **бабезии** – возбудители *пироплазмоза*.

Паразиты имеют апикальный комплекс, который позволяет им проникнуть в клетку хозяина для последующего внутриклеточного паразитизма.

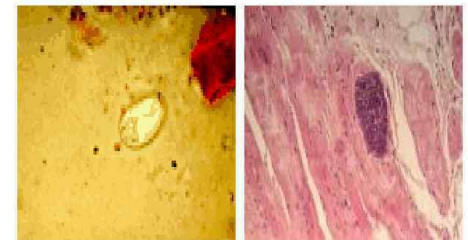
Каждый из представителей имеет особенности жизненного цикла. Например, жизненный цикл возбудителя малярии характеризуется чередованием полового (в организме комаров) и бесполого (в клетках печени и эритроцитах человека, где они размножаются путем множественного деления)

Тип Protozoa
Класс Sporozoa
Toxoplasma gondii



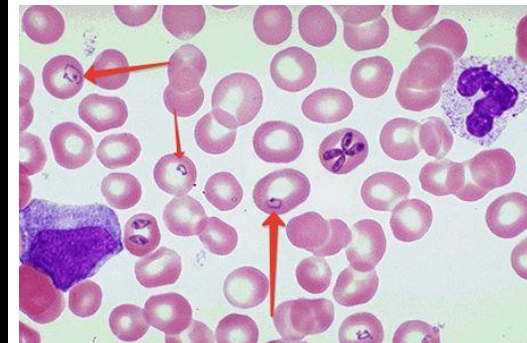
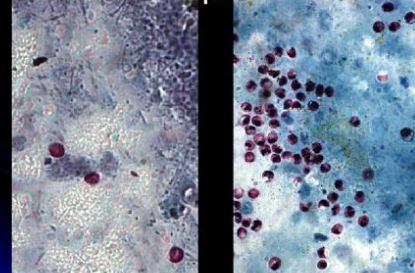
1. Ядро
2. Коноид
3. Роптрии
4. Митохондрии
5. ЭПС
6. Микропора

Саркоцисты



Бабезии

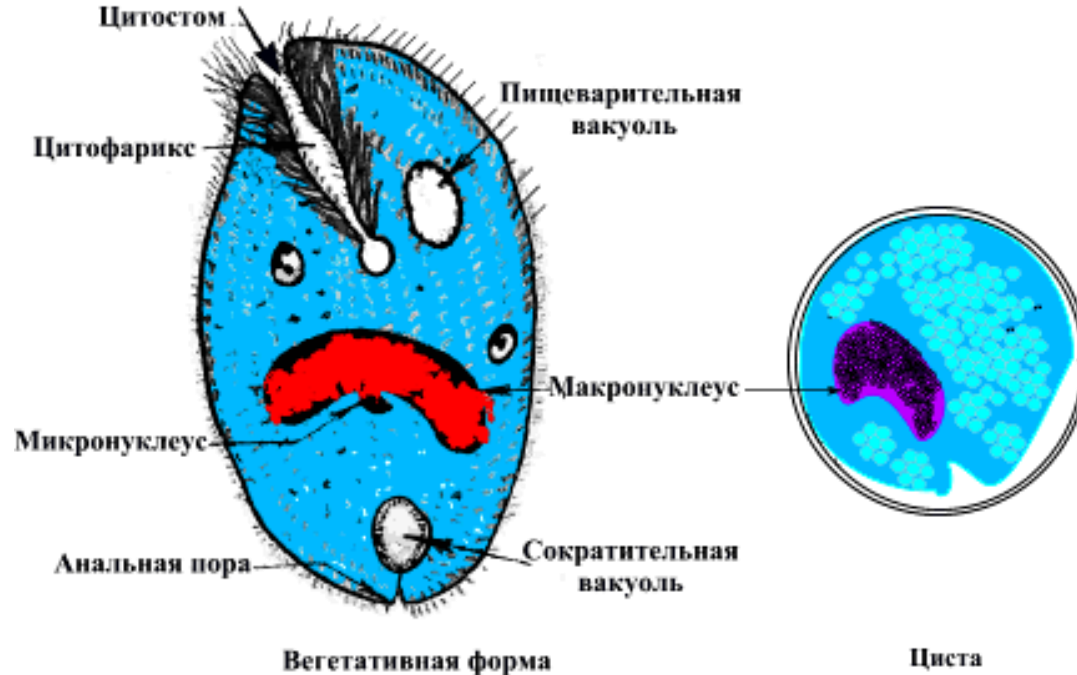
Ооцисты криптоспоридий (окраска по Цилю-Нильсену)



Тип Ciliophora

Патогенными представителями ресничных являются **балантидии** (*Balantidium coli*), которые поражают толстую кишку человека (балантидиазная дизентерия).

Балантидии подвижны, имеют многочисленные реснички, более тонкие и короткие, чем жгутики



Тип *Microspora*

Включает **микроспоридии** – маленькие, облигатные внутриклеточные паразиты, широко распространенные среди животных и вызывающие у ослабленных людей диарею и поражения различных органов.

Паразиты имеют особые споры с инфекционным материалом – спороплазмой.

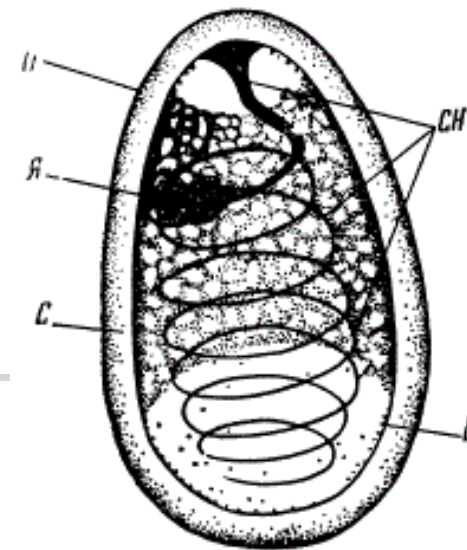
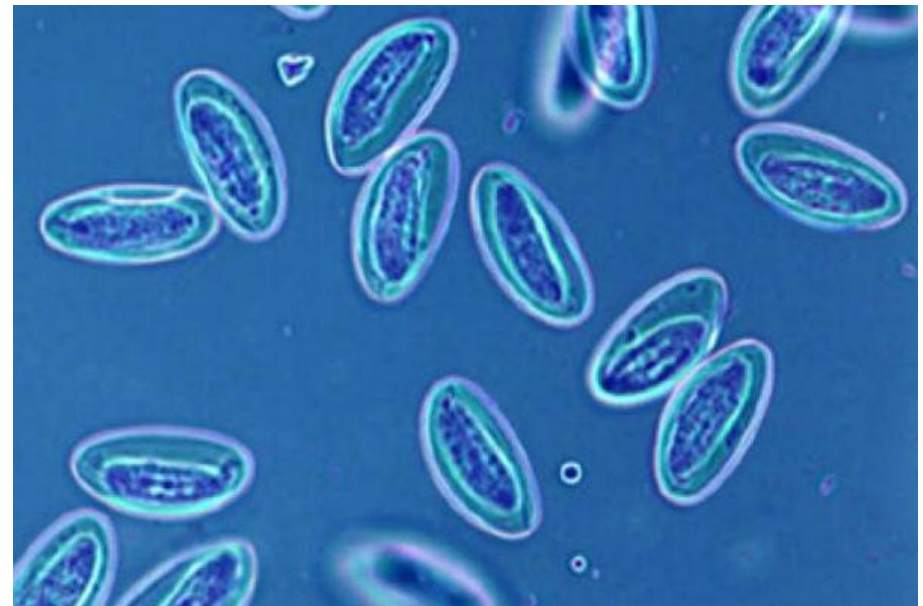
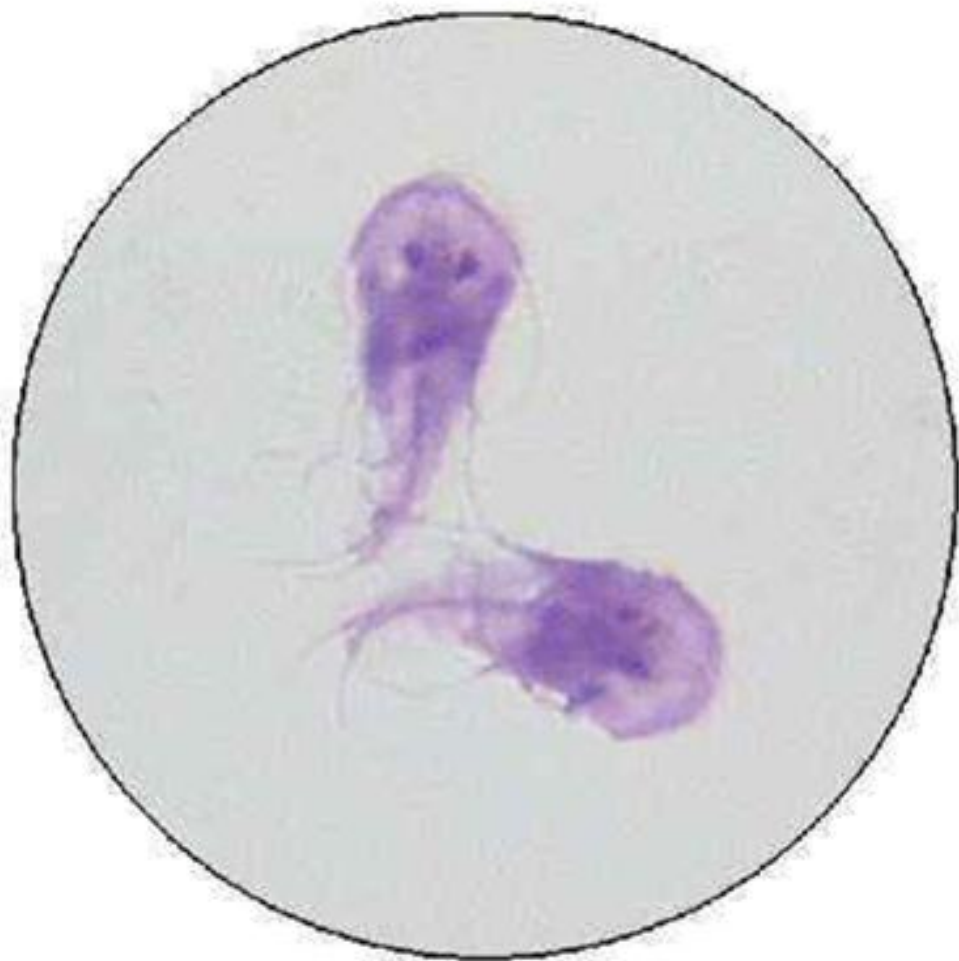


Схема строения споры *Microsporidia*:

в — вакуоль; о — оболочка;
с — спороплазма; сн — стрекательная нить; я — ядро (из Быховского, 1962).



Метод окраски по Романовскому-Гимзе



Универсальным методом окраски микроорганизмов является окраска по Романовскому-Гимзе (смесью азура, эозина и метиленового синего).

При окрашивании простейших их цитоплазма приобретает голубой цвет, а ядра - красно-фиолетовый.

Этот метод используют также при исследовании риккетсий, хламидий, спирохет, форменных элементов крови.

Вегетативная форма *Giardia lamblia* (*Lambliia intestinalis*) в желчи больного



Неклеточные формы жизни: ВИРУСЫ

Вирусы – латинское слово *virus* – яд.

Их объединяют в царство живой природы – царство *Vira* - Вирусы (неклеточные формы жизни).

Вирусология - наука, изучающая неклеточные формы организмов - вирусы.

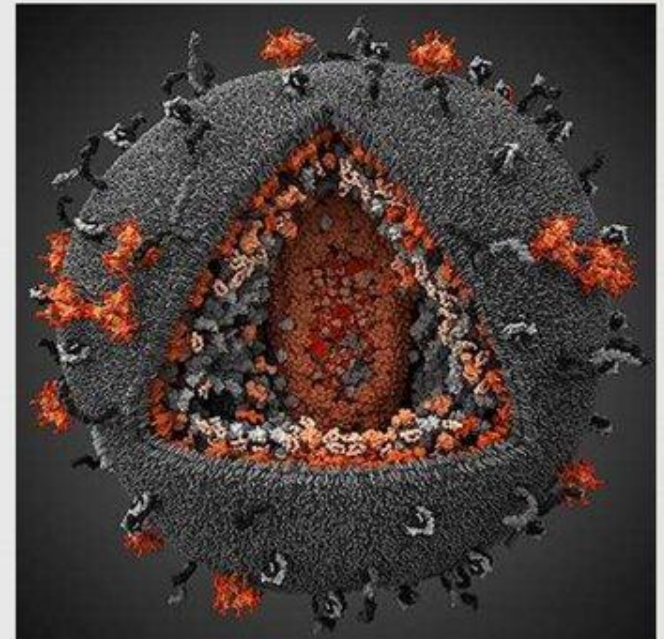


Вирусы



Вирусы - это

- мельчайшие инфекционные агенты
- имеют **молекулярную** (неклеточную) организацию
- обладают единственным типом нуклеиновой кислоты (**ДНК** или **РНК**)
- являются **облигатными внутриклеточными** паразитами



Место бактерий и вирусов в системе природы



Вирусы - особая группа неклеточных форм жизни, которые относятся к царству *Vira* и обладают рядом особенностей:

- Не имеют клеточного строения, состоят из нуклеоида в виде нуклеиновой кислоты и белкового капсида;
- Генетический аппарат вирусов представлен как ДНК, так и РНК, причем обе они могут быть одно- и двунитевыми, линейными и циркулярными, непрерывными и фрагментарными;
- Являются абсолютными внутриклеточными паразитами на молекулярном уровне, не имеющими собственных систем синтеза белка. Синтез вирусных белков осуществляется клеточными рибосомами (генетический паразитизм);
- Вирусы не растут (нет бинарного деления), происходит синтез вирусных компонентов с последующей сборкой и формированием вирионов. Это дисъюнктивная (разобшенная) репродукция;
- Имеют очень мелкие размеры, исчисляемые в нм (15-350);
- Некоторые вирусы (растений) могут образовывать кристаллы.

Строение вируса

Простые :

1. Сердцевина (ДНК или РНК).
2. Белковая оболочка – капсид ,состоящая из капсомеров (спиральной или кубической формы).
3. Фибры – белковые выросты для связи с рецепторами клетки –хозяина.

Сложные:

1. Сердцевина (ДНК или РНК).
2. Белковая оболочка – капсид ,состоящая из капсомеров (спиральной или кубической формы).
3. Двухслойная липопротеидная мембрана – суперкапсид.
4. Фибры – белковые выросты для связи с рецепторами клетки –хозяина.

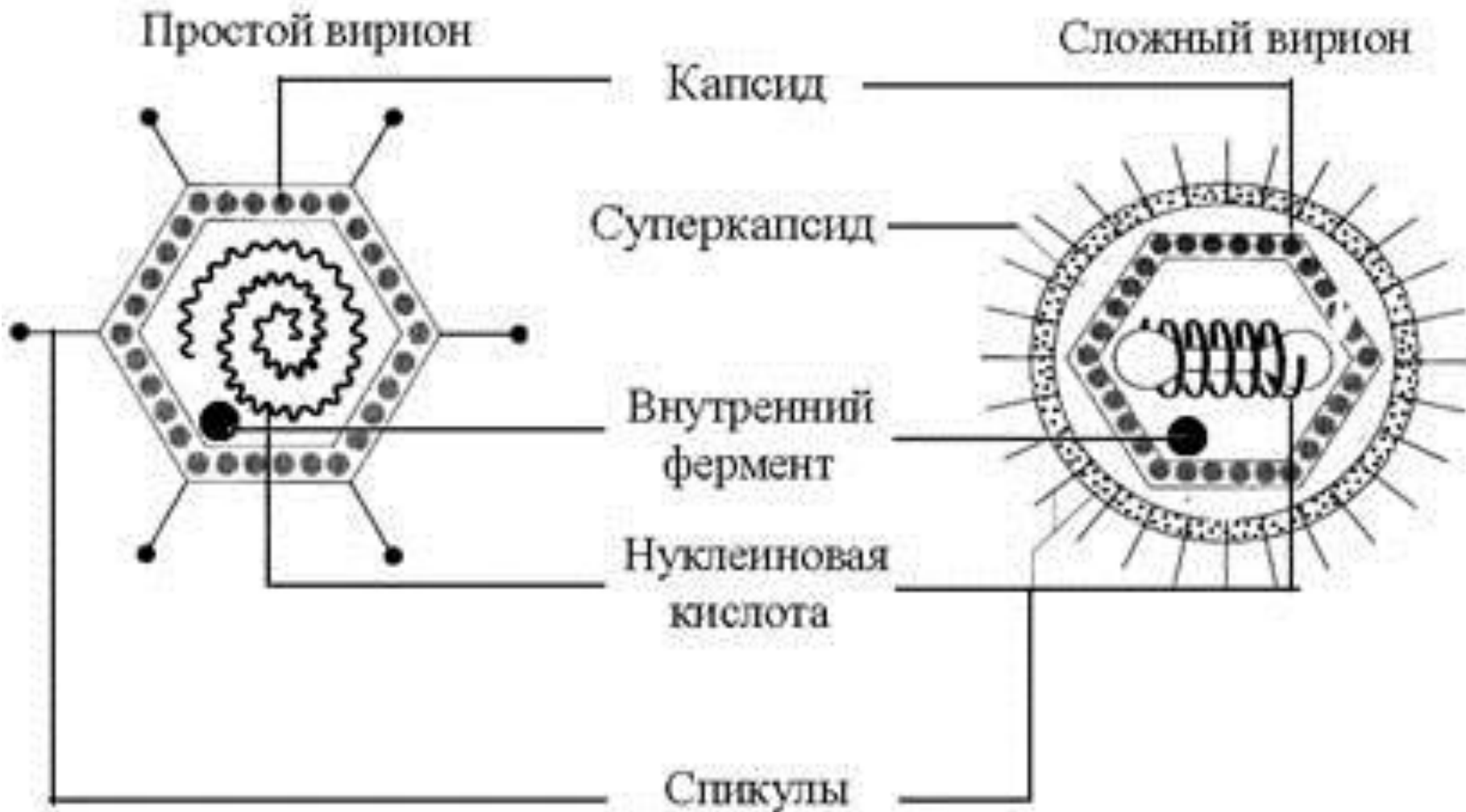
Вирусы не имеют клеточного строения.

Схема строения вирусной частицы

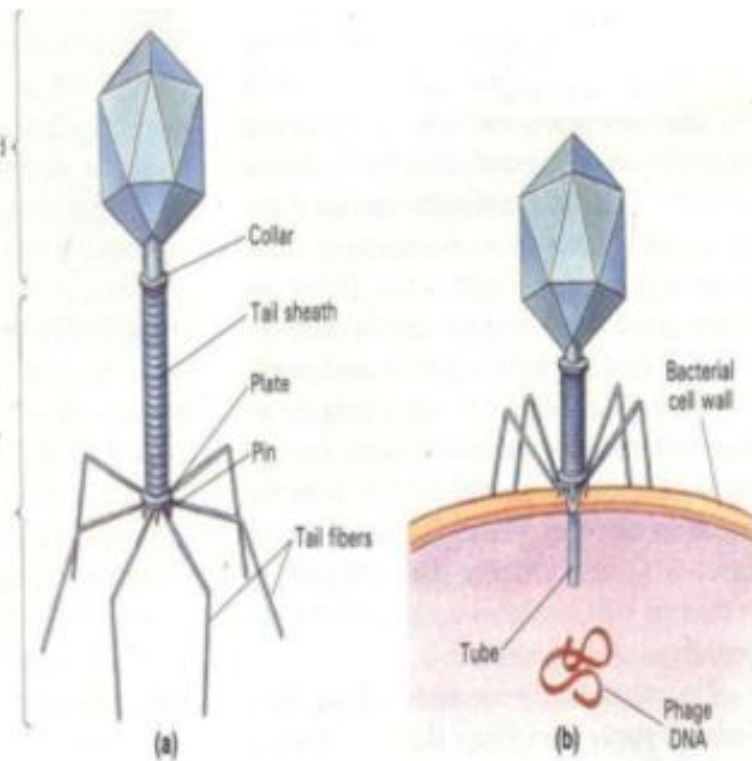
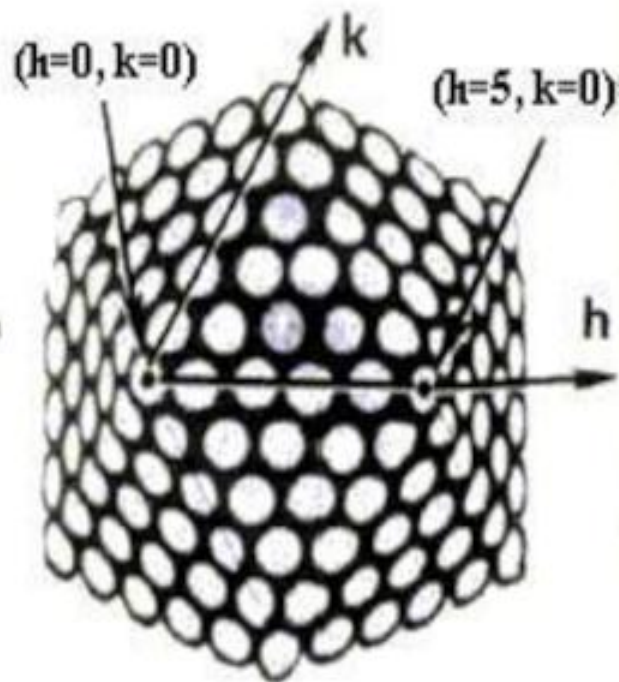
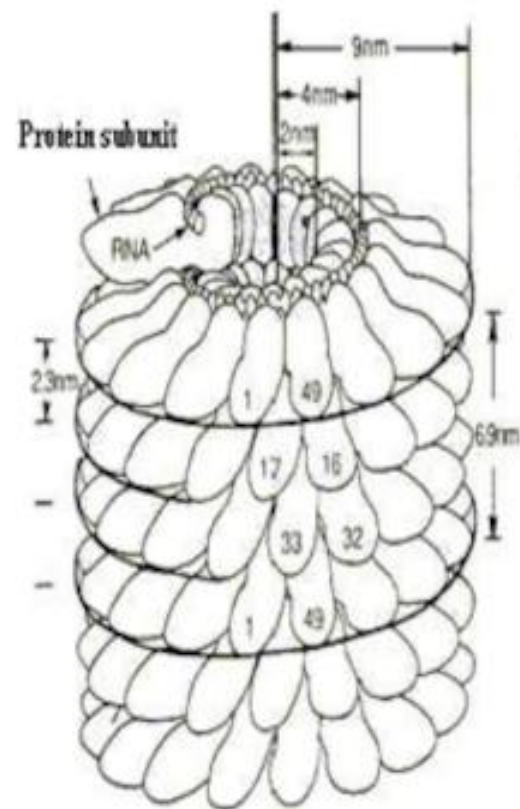


Схема строения простого и сложного вирионов

Рисунок 2. Схема строения простого и сложного вирионов.



Основные типы симметрии вирусных капсидов

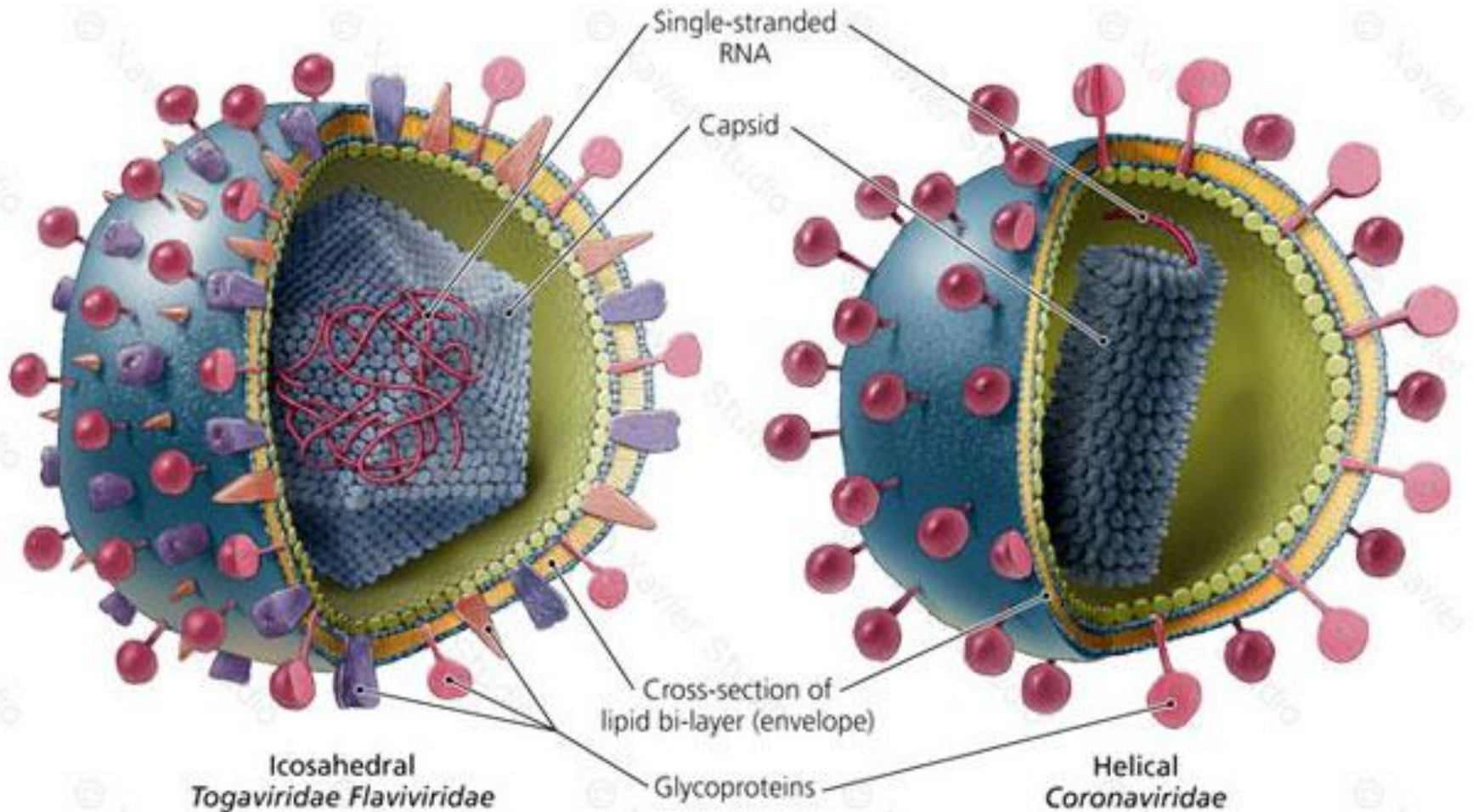


Спиральный тип симметрии (вирусы мозаичной болезни табака, бешенства и др.)

Кубический, икосаэдрический, квазисферический тип симметрии (пикорнавирусы, аденовирусы и др.)

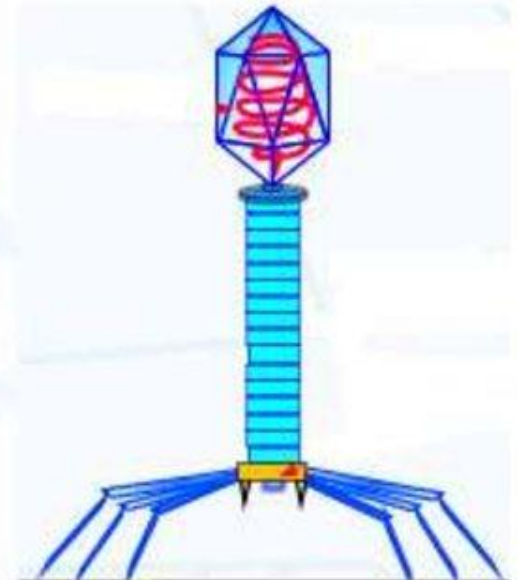
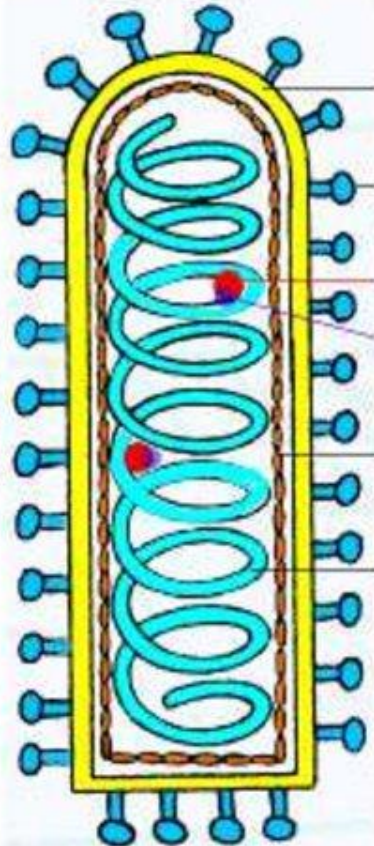
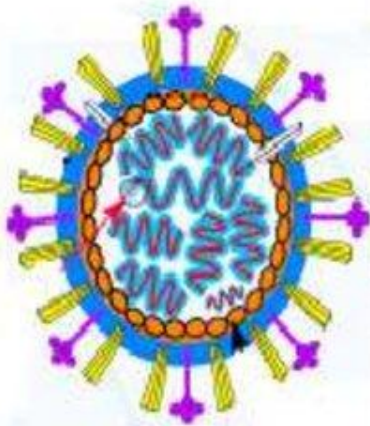
Смешанный тип симметрии имеют бактериофаги (головка - икосаэдр, отросток – спираль).

Типы симметрии вирионов



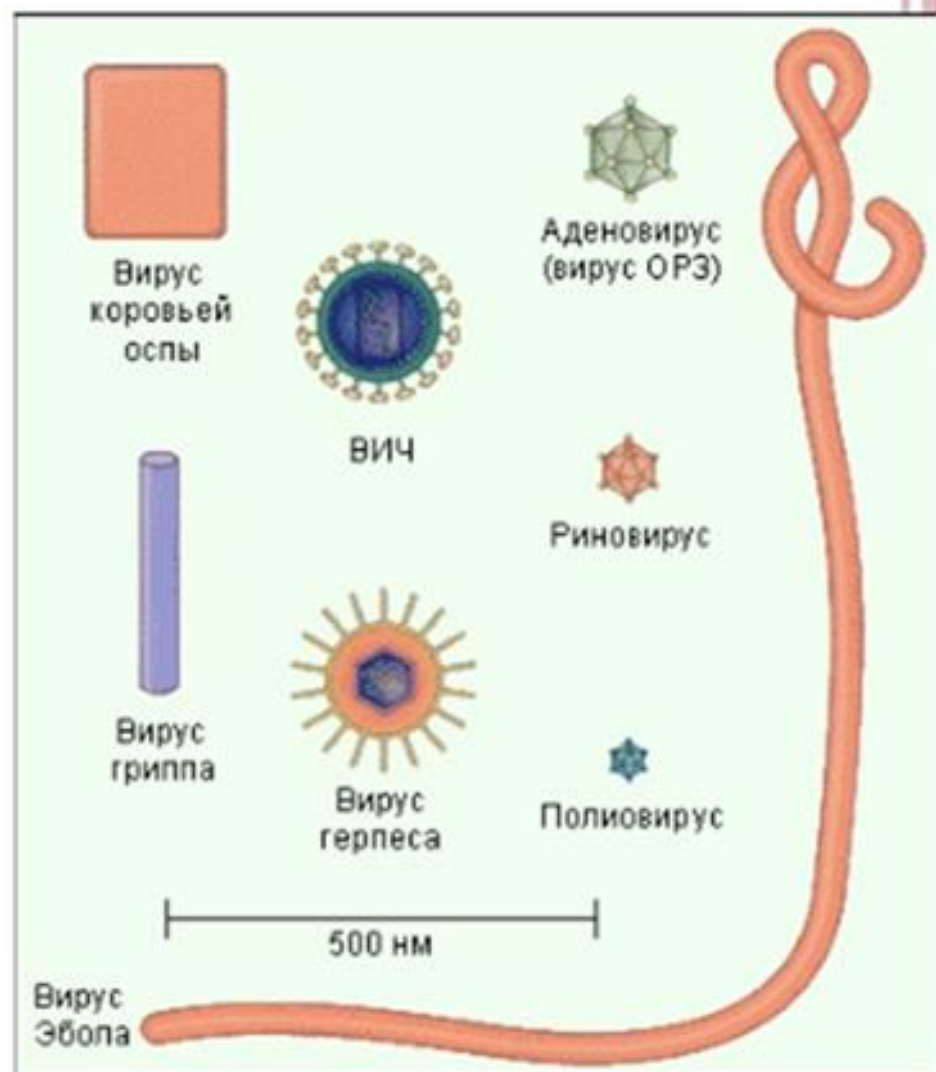
ФОРМА ВИРУСОВ

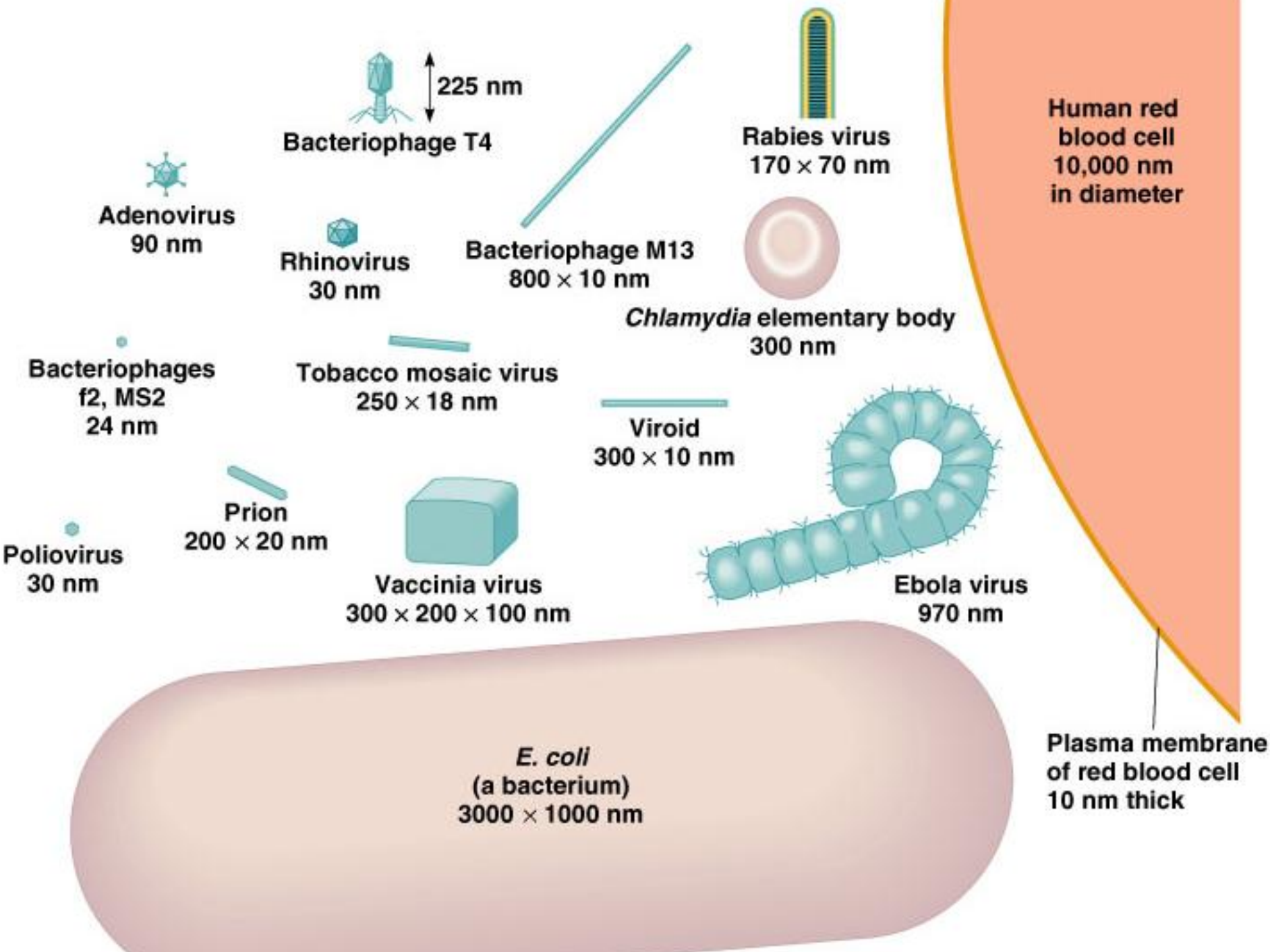
- шаровидная (грипп), палочковидная (бешенство), нитевидная (филовирусы), кубическая (оспа) и сперматозоидная (бактериофаг).



РАЗМЕРЫ ВИРУСОВ

- Размеры варьируют от 20 до 300 нм
- В среднем в 50 раз меньше бактерий
- Вирусы невозможно увидеть с помощью светового микроскопа
- Проходят через фильтры, не пропускающие бактерий





Геном вируса

- Вирусы имеют уникальный геном, так как содержат либо ДНК, либо РНК. Поэтому различают ДНК-содержащие и РНК-содержащие вирусы. Они обычно гаплоидны, т.е. имеют один набор генов.
- Геном вирусов представлен различными видами нуклеиновых кислот: **двунитчатыми, однонитчатыми, линейными, кольцевыми, фрагментированными.**
- Среди РНК-содержащих вирусов различают вирусы с положительным (**плюс-нить РНК**) геномом. Плюс-нить РНК этих вирусов выполняет наследственную функцию и функцию информационной РНК (иРНК). Имеются также РНК-содержащие вирусы с отрицательным (**минус-нить РНК**) геномом. Минус-нить РНК этих вирусов выполняет только наследственную функцию.

Вирусный геном

- В геноме вирусов встречается ДНК и РНК в одно- и двухцепочечном виде.
- Наименьшие геномы составляют 4 000 нуклеотидов, самые большие достигают 200 000 нуклеотидов и кодируют до 100 белков.
- ДНК-вирусы могут быть линейными или кольцевыми, некоторые могут переходить из одной формы в другую.

ДНК

двунитевая

однонитевая

↓
кольцевая

↓
линейная

↓
кольцевая

↓
непрерывная

↓
сегментированная

↓
частично двунитевая

РНК

двунитевая

однонитевая

↓
линейная

↓
сегментированная

↓
кольцевая

↓
сегментированная

↓
(-)РНК

↓
(+/-)РНК

↓
↓
↓
↓
↓

↓
линейная

↓
(-)РНК

↓
(+)РНК

Реализация генома вирусов

Репликация – синтез НК, гомологичных вирусному геному

Транскрипция –

переписывание информации с ДНК (РНК) вируса на иРНК согласно генетическому коду
в соответствии со стратегией генома

Трансляция –

перевод генетической информации, содержащейся в иРНК, на специфическую последовательность аминокислот
и синтез вирусспецифических белков

Варианты транскрипции и трансляция вирусного генома

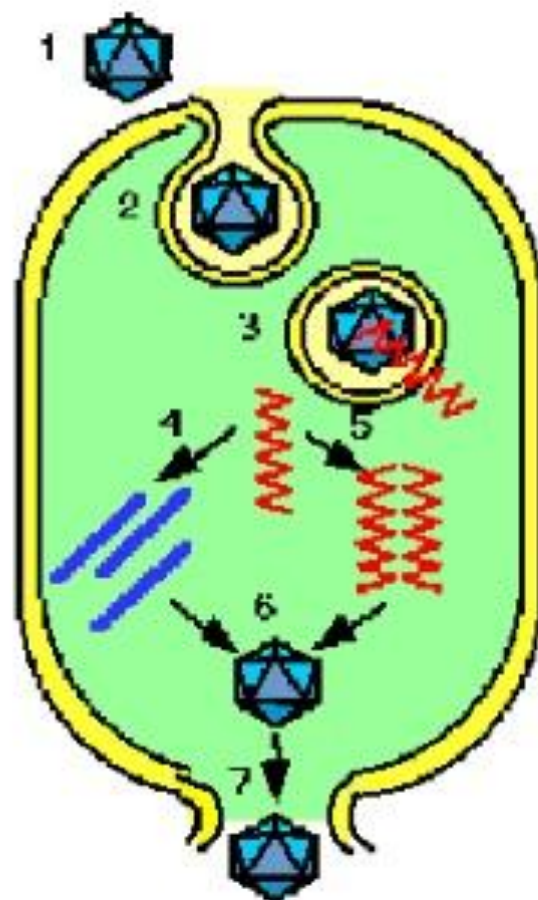
- ДНК \longrightarrow иРНК \longrightarrow белок
- РНК (-) \longrightarrow иРНК \longrightarrow белок
- РНК (+) \longrightarrow белок
- РНК $\xrightarrow{\text{ревертаза}}$ ДНК \longrightarrow иРНК \longrightarrow белок

РАЗМНОЖЕНИЕ ВИРУСОВ

- *Размножение вирусов принципиально отличается от размножения других организмов*
- *Вирусы воспроизводятся только внутри живой клетки, используя ее для синтеза своей нуклеиновой кислоты и своих белков – паразитизм на генетическом уровне*
- **Процесс размножения вирусов включает несколько стадий:**
 - *“Нападение” – прикрепление вируса к поверхности клетки (взаимодействие рецепторных белков вируса и клетки).*
 - *Попадания вируса в клетку – несколько способов: эндоцитоз вирусных частиц, слияние плазматических мембран вируса и клетки, впрыскивание нуклеиновых кислот (бактериофаг)*
 - *Растворение капсида (если попадает вирус с белковой оболочкой)*
 - *Нуклеиновая кислота вируса встраивается в наследственную информацию клетки – изменяет ее работу и клетка синтезирует вещества необходимые для сборки вируса*
 - *На заключительном этапе - размножившийся вирус (из 1 до 1 000) выходит из клетки.*

Жизненный цикл вируса.

1. Присоединение
2. Проникновение
3. Высвобождение генетического материала
4. Транскрипция и трансляция
5. Репликация
6. Сборка
7. Высвобождение



Формы существования вирусов

1. Вирион (вирусная частица):

- покоящаяся форма вируса
- образуется в клетке
- находится вне клетки
- предназначена для распространения инфекции от клетки к клетке

2. Внутриклеточный (вегетативный) вирус:

- активно реплицируется
- находится в клетке

3. Провирус (интегративная форма):

- покоящаяся форма вируса
- находится в клетке,
его геном интегрирован с ДНК клетки-хозяина
- предназначена для выживания в клетке

Типы взаимодействия вируса с клеткой

- **продуктивный**, или цитотоксичный тип – в зараженных клетках образуется новое поколение вирионов;
- **абортивный тип** – прерывание инфекционного процесса в клетке, новые вирионы не образуются;
- **интегративный тип**, или вирогения, – интеграция (встраивание) вирусной ДНК в виде провируса в хромосому клетки и их совместное сосуществование.

Существует 3 основных концепции происхождения вирусов:

- 1. Вирусы** — потомки бактерий и других одноклеточных организмов, претерпевших дегенеративную (регрессивную) эволюцию.
- 2. Вирусы** — потомки древних доклеточных форм жизни, перешедших к паразитическому способу существования.
- 3. Вирусы** — дериваты (производные) клеточных генетических структур, ставших относительно автономными, но сохранивших зависимость от клеток.

Принципы классификации вирусов



- Тип нуклеиновой кислоты, структура, количество нитей, молекулярная масса;
- Морфология вириона, число капсомеров, тип симметрии капсида, наличие оболочки;
- Репликация вириона, генетические взаимодействия;
- Антигенные свойства;
- Круг восприимчивых хозяев, патогенность, географическая распространенность.

Вирусы подразделяются на вирусы **позвоночных**, беспозвоночных, растений, бактерий, грибов.

КЛАССИФИКАЦИЯ И МОРФОЛОГИЯ ВИРУСОВ

ВИРУСЫ С ОБОЛОЧКОЙ

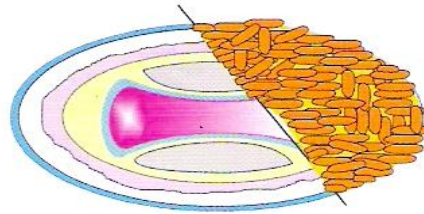
ДНК - ДВУНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Herpesviridae



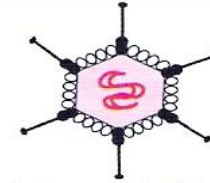
Hepadnaviridae



Poxviridae

ВИРУСЫ БЕЗ ОБОЛОЧКИ

ДНК - ДВУНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Adenoviridae



Polyomaviridae
Papillomaviridae

ДНК - ОДНОНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ

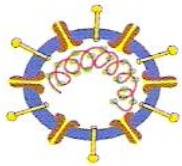


Parvoviridae

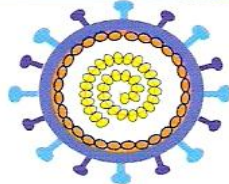


Circinoviridae

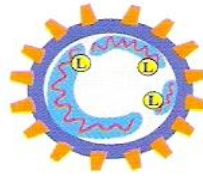
РНК - ОДНОНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



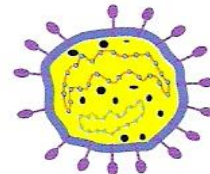
Coronaviridae



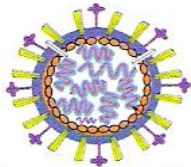
Paramyxoviridae



Bunyaviridae



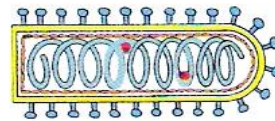
Arenaviridae



Orthomyxoviridae



Retroviridae



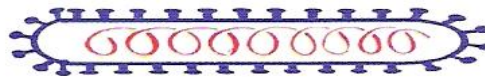
Rhabdoviridae



Togaviridae

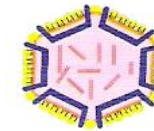


Flaviviridae



Filoviridae

РНК - ДВУНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Reoviridae

РНК - ОДНОНИТЕВЫЕ ВИРУСЫ



Picornaviridae



Caliciviridae

Рис. 4.6. Классификация и морфология вирусов

Основные вирусы человека и животных (классификация и содержание)

Семейство/подсемейство	Представители	Вызываемые болезни
------------------------	---------------	--------------------

Группа I: ДНК(двунитевые)-вирусы

Поксвирусы (Poxviridae)	Вирусы натуральной оспы, вакцины, оспы обезьян, Орф, контагиозного моллюска	Натуральная оспа. Оспоподобные заболевания Контагиозный моллюск
Герпесвирусы (Herpesviridae)	Вирус простого герпеса. Вирус ветряной оспы — опоясывающего герпеса Цитомегаловирус. Вирус Эпштейна—Барр Герпесвирус человека 6, 7 Герпесвирус человека тип 8	Герпес, энцефалит и др. Ветряная оспа, опоясывающий герпес Цитомегалия, инфекционный мононуклеоз Синдром хронической усталости Саркома Капоши?
Аденовирусы (Adenoviridae)	Аденовирусы человека	ОРВИ и другие
Папилломавирусы (Papillomaviridae)	Папилломавирусы человека	Бородавки (папилломы), рак
Полиомавирусы (Polyomaviridae)	Полиомавирусы человека (JC, BK)	Многоочаговая лейкоэнцефалопатия

Группа II: ДНК(однонитевые)-вирусы

Парвовирусы (Parvoviridae)	Парвовирус человека B19	Инфекционная эритема, полиартрит
Circinoviridae	ТТ-вирус	Гепатит ТТ?

Группа III: РНК (двунитевые)-вирусы

Реовирусы (Reoviridae)	Вирусы: Кемерово, колорадской клещевой лихорадки, ротавирусы человека	Клещевые лихорадки Гастроэнтерит
------------------------	---	-------------------------------------

Группа IV: РНК (плюс однонитевые)-вирусы

Пикорнавирусы (Picornaviridae)	Вирусы: полиомиелита, Коксаки А и В, ЕСНО Вирус гепатита А. Риновирусы человека Вирус ящура	Полиомиелит, герпангина, миокардит и др. Гепатит А, ОРВИ Ящур
Калицивирусы (Caliciviridae)	Вирусы гастроэнтерита группы Норволк	Гастроэнтерит
Гепатит Е-подобные вирусы	Вирус гепатита Е	Гепатит Е
Астровирусы (Astroviridae)	Астровирусы человека	Диарея
Коронавирусы (Coronaviridae)	Коронавирус человека	ОРВИ
Флавивирусы (Flaviviridae)	Вирусы: желтой лихорадки, японского энцефалита, лихорадки Западного Нила, Денге, клещевого энцефалита, ОГЛ Вирус гепатита С	Желтая лихорадка, японский энцефалит Лихорадка Западного Нила Лихорадка Денге, клещевой энцефалит Омская геморрагическая лихорадка Гепатит С
Неклассифицированный вирус	Вирус гепатита G	Гепатит G
Тогавирусы (Togaviridae)	Вирусы: энцефаломиелитов лошадей, Карельской лихорадки. Вирус краснухи	Энцефаломиелиты лошадей Карельская лихорадка, краснуха

Группа V: РНК (минус однонитевые)-вирусы

Филовирусы (Filoviridae)	Вирус Марбург. Вирус Эбола	Африканские геморрагические лихорадки
Парамиксовирусы (Paramyxoviridae)	Вирусы: кори, парагриппа, эпидемического паротита, респираторно-синцитиальный	Корь, ПСПЭ, парагрипп, эпидемический паротит ОРВИ
Рабдовирусы (Rhabdoviridae)	Вирусы бешенства, везикулярного стоматита	Бешенство Везикулярный стоматит
Ортомиксовирусы (Orthomyxoviridae)	Influenzavirus типы А, В, С	Грипп
Буньявирусы (Bunyviridae)	Вирусы ГЛПС, Крым-Конго геморр. лихорадка	ГЛПС, Крым-Конго геморрагическая лихорадка
Deltavirus	Вирус гепатита D	Гепатит D
Ареновирусы (Arenaviridae)	Вирус ЛХМ. Вирусы Ласса. Гуанарито, Хунин и Мачупо	Лимфоцитарный хориоменингит, лихорадка Ласса Геморрагические лихорадки

Группа VI: РНК-вирусы (обратнотранскрибирующиеся)

Ретровирусы (Retroviridae)	Вирус иммунодефицита человека	ВИЧ-инфекция (СПИД)
----------------------------	-------------------------------	---------------------

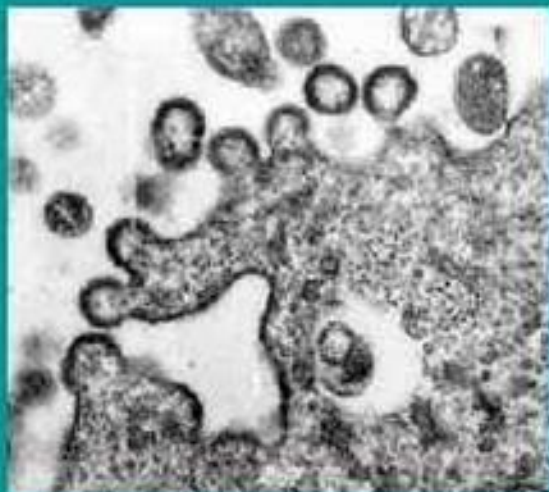
Группа VII: ДНК-вирусы (обратнотранскрибирующиеся)

Гепаднавирусы (Hepadnaviridae)	Вирус гепатита В	Гепатит В
--------------------------------	------------------	-----------

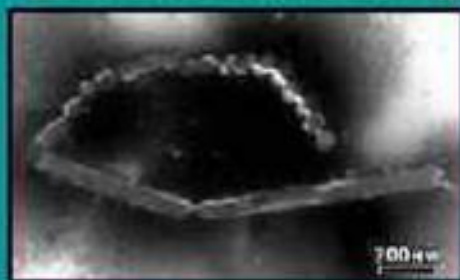
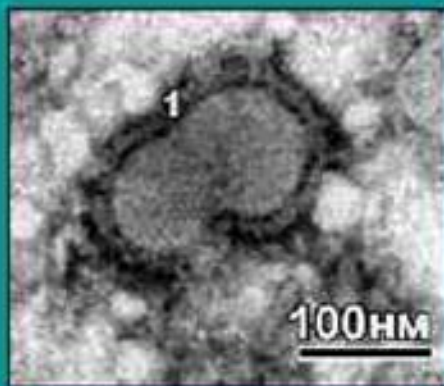
Методы изучения вирусов

- Использование лабораторных животных (Л. Пастер);
- Использование куриных эмбрионов (Р. Гудпасчур, 1932);
- Культуры клеток (Р. Гаррисон, А. Каррель; У. Эрл);
- Метод бляшек (Р. Дюльбекко, 1952);
- Кристаллизация вирусных белков;
- Иммунологические реакции;
- Электронная микроскопия;
- Метод ДНК-зондов.

Электронная микроскопия



ВИЧ

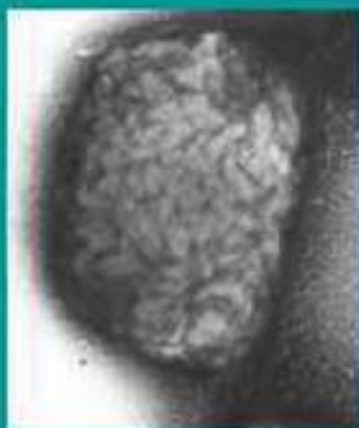


Вирус гриппа

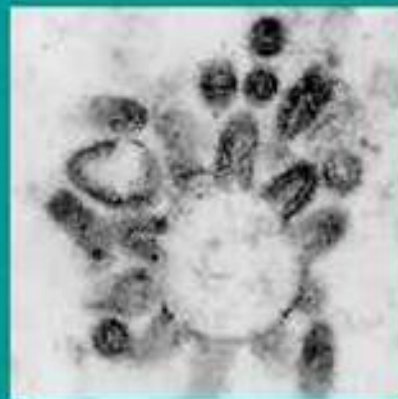
Микрообъекты
Неклеточная
форма жизни
Вирусы



Поксвирусы



Вирус ветряной оспы
(вирус герпеса)



Рабдовирус
лосося

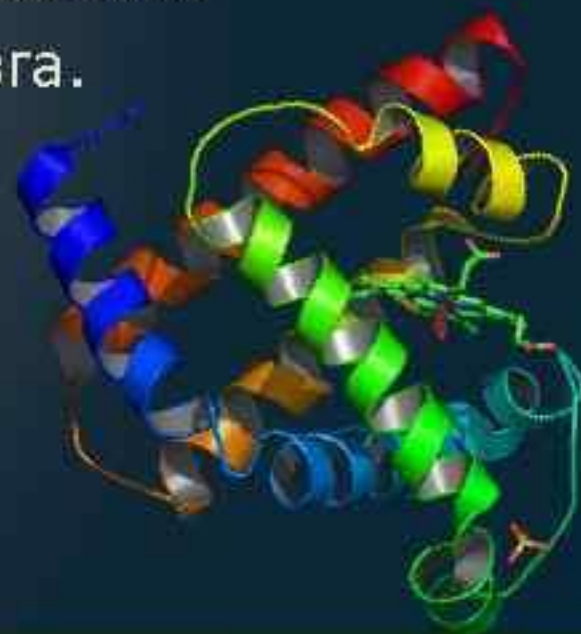
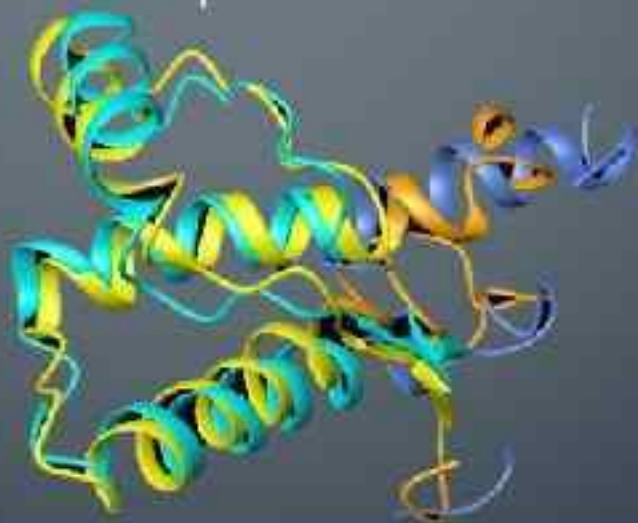
Прионы

ПРИОНЫ (от англ. *proteinaceous infectious particles* — белковые заразные частицы) — особый класс инфекционных агентов, чисто белковых, не содержащих нуклеиновых кислот, вызывающих **заболевание нервной системы человека и животных.**

Прионные (или **медленные**) инфекции характеризуются медленным, но неуклонным развитием симптомов и завершаются **гибелью хозяина.**

Прионы

Прионы — особый класс инфекционных агентов, представленных белками с аномальной третичной структурой и не содержащих нуклеиновых кислот, которые вызывают тяжёлые заболевания центральной нервной системы у человека и ряда высших животных, вызванные массовым отмиранием клеток головного мозга.



ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИОННЫХ ИНФЕКЦИЙ

XVIII в – первые упоминания о вспышках скрепи, прионного заболевания овец

1892 г – предположение об инфекционной природе скрепи

1920 г – описание БКЯ

1938 г – исследование медленных инфекций овец Б.Сигурдсоном

1951 г – открытие куру, первой обнаруженной у человека прионной нейроинфекции

1954 г - В. Sigurdsson – доклад “медленные инфекции”
открытие прионов

1959 – начало исследований Д.К. Гайдучека. Впоследствии доказал инфекционную природу БКЯ и куру

1982 г. - С.Б.Прузинер формулирует “только белковую” теорию и понятие приона.

1986 г. Великобритания, вспышка «болезни бешеной коровы»,

1984 и 1997 гг. Гайдучеку и Прузинеру присуждены Нобелевские премии за открытие принципиально нового типа инфекции.

1996 г. – прионная инфекция включена в международную классификацию заболеваний. Разработаны эпидемиологические рекомендации ВОЗ.

С. Прузинер

Все заболевания объединяет наличие единого (или близкого по свойствам) возбудителя, общность патогенеза, экспериментально показанная возможность переноса инфекции и воспроизведения клинической и патогистологической картины заболевания. Эти выводы - итог многолетних исследований разных ученых - сформулировал американский биохимик С.Прузинер, получивший в 1997 г. Нобелевскую премию *«за открытие прионов - нового биологического принципа инфекций»*. До этого все попытки обнаружить возбудителей ТГЭ заканчивались неудачей, хотя многое об их свойствах было известно. Прузинер назвал инфекционный агент прионом (частичная анаграмма от англ. proteinaceous infectious particles - белковоподобная инфекционная частица), а белок - PrP (от англ. prion protein).



Протеин-прион (PrP) представляет собой сиалогликопротеид с молекулярной массой 33000-35000 дальтон, или 33-35 kD, кодируемый единственным геном, расположенным у человека в 20 хромосоме. Он состоит у человека приблизительно из 254 аминокислот, включая 22-членный N-терминальный сигнальный пептид. Прион PrP-с найден у всех млекопитающих. Его жизненный полупериод составляет несколько часов, но он хорошо сохраняется в течение развития.

Биохимическая природа приона

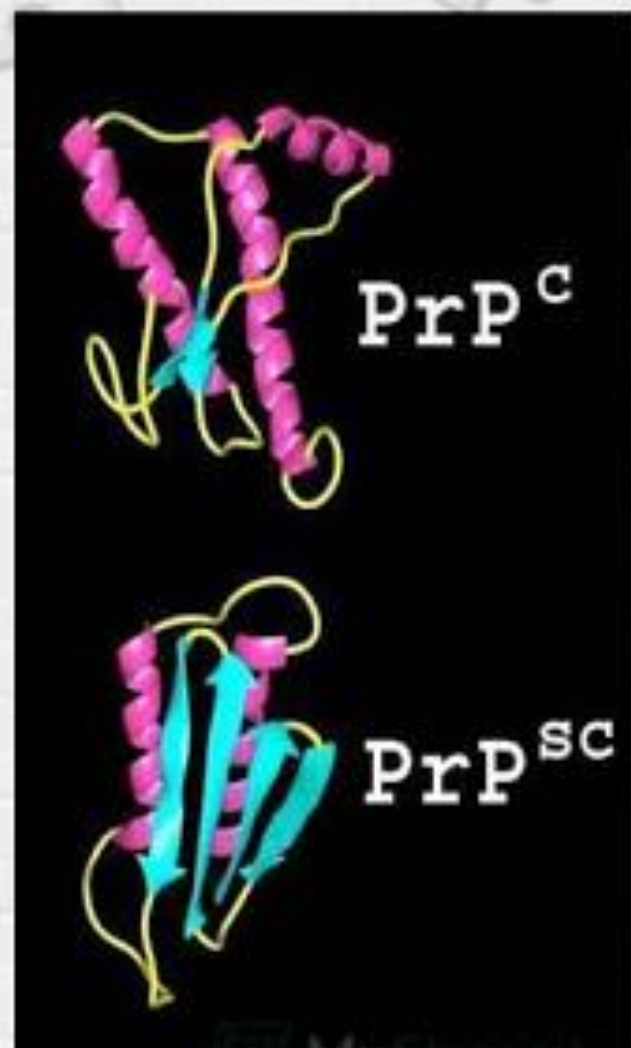
Прионный белок (PrP) существует в двух формах:

1. В нормальной (неинфекционной):

- **PrP^c** - Prion Protein cellular (клеточный прион) встречается в головном мозге, крови и лимфатической ткани.
- Трансмембранный белок. Богат "мягкой" альфа-структурой укладки.
- PrP(c) найден у всех млекопитающих
- Функции неясны. Возможно, участвуют в передаче нервных импульсов и регулируют «циркадные ритмы». Возможно контролируют процесс клеточной смерти.

2. В патологической.

PrP^{sc} - скрепийный прион, патологическая форма. Богат жесткой и агрессивной Бета-структурой. При взаимодействии с нормальным прионом, превращает его в патологическую форму, осуществляя своего рода "размножение" в геометрической прогрессии.



Свойства нормального и измененного прионов

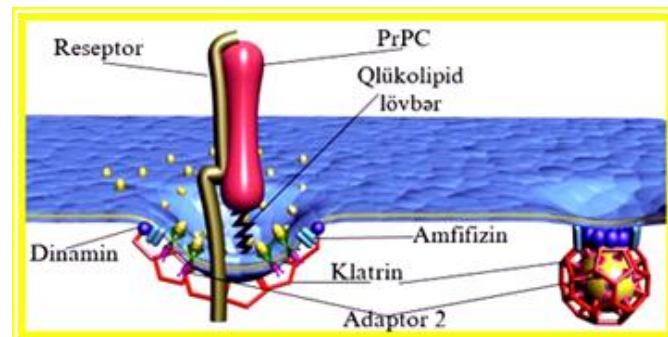
PrP^c (cellular prion protein)

Клеточная нормальная изоформа прионного белка с мол. массой 35 кДа детерминируется геном на 20-ой хромосоме. Нормальный PrP^c заякорен в мембране, чувствителен к протеазе. Регулирует передачу нервных импульсов, суточные циклы, процессы окисления, участвует в метаболизме меди в ЦНС и регуляции деления стволовых клеток костного мозга. Обнаруживается в селезенке, ЛУ, коже, ЖКТ и фолликулярных дендритных клетках

PrP^{Sc} (scrapie prion protein)

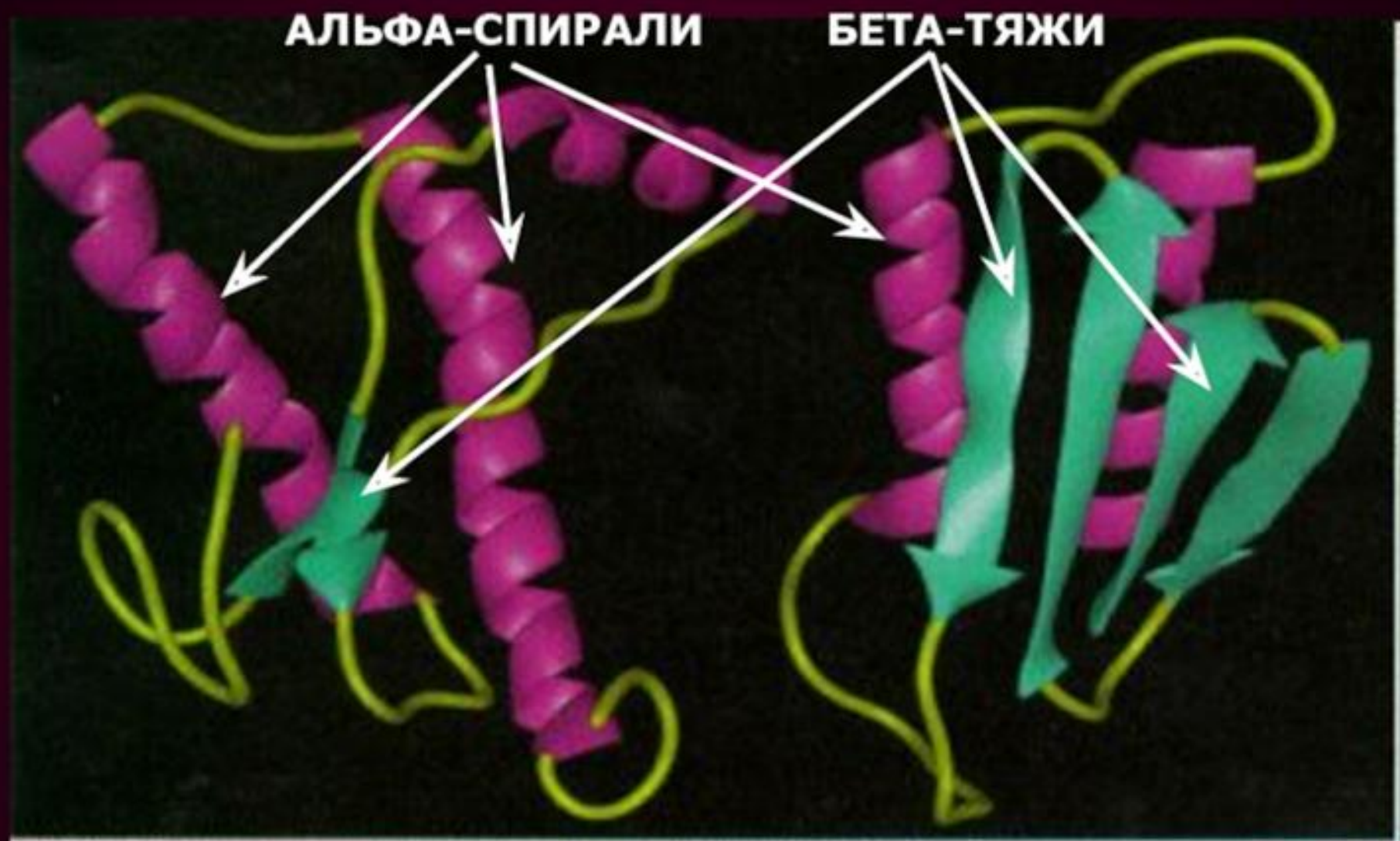
Патологические измененные изоформы прионного белка. Устойчивы к протеолизу, излучениям, высокой температуре, формальдегиду, не вызывает воспаления и иммунного ответа. Гидрофобный глобулярный белок способный образовывать агрегаты с PrP^c на поверхности клетки и в результате превращаться PrP^{Sc}. Патологическая форма накапливается в нейронах, вызывает амилоидоз, астроцитоз. Образуются фибриллы, агрегаты белка, амилоидные бляшки и губкообразные изменения мозга.

- **Нормальный прионный белок PrP^C** обнаружен у многих видов позвоночных, беспозвоночных животных и микроорганизмов.
- **PrP^C** участвует в процессе клеточного распознавания, передачи нервного импульса и др.
- **PrP** синтезируется в шероховатом эндоплазматическом ретикулуме, затем транспортируется на поверхность клетки. Его концентрация в норме - 1 мкг/г ткани мозга.

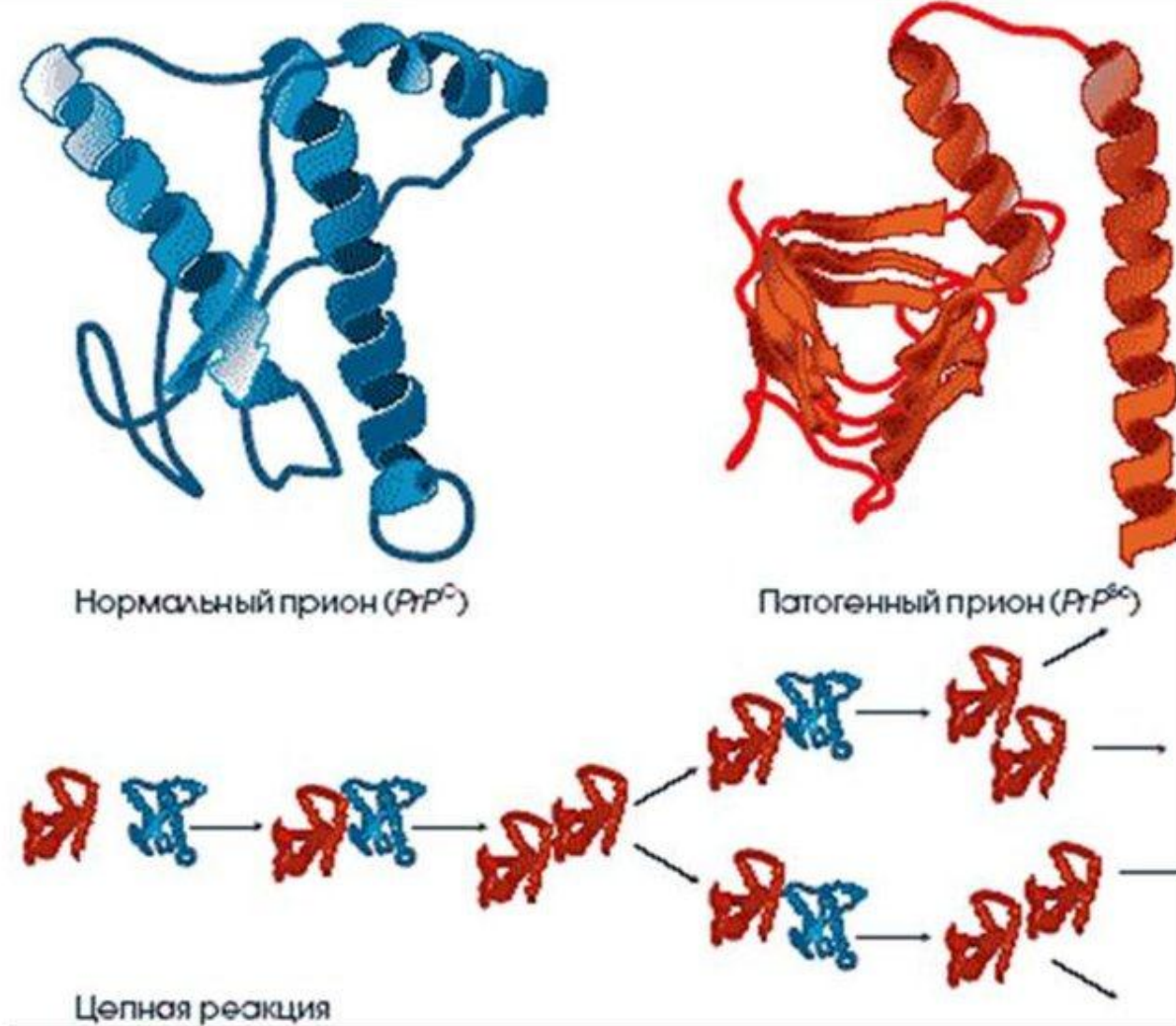


- **Нормальная форма** белка PrP - PrP^C.
- **Патологическая форма** этого белка - PrP^{Sc} (**scrapie - скрэйпи овец**).
- PrP^{Sc} неотличим от PrP^C по аминокислотной последовательности, но имеет **другую конформацию**.
- PrP^C содержит 42 % α -спиралей и 3 % β -структур, PrP^{Sc} - 30 % α -спиралей и 43 % β -структур.
- Приобретение инфекционных свойств белком PrP связано с конформационным переходом, при котором происходит образование **β -складчатого слоя**.

- **Аномальный прионный белок PrP^{Sc} (гидрофобен)** накапливается в клетках и **образует амилоидные бляшки** - белковые агрегаты фибриллярной структуры.
- Концентрация PrP^{Sc} **более 10 мкг/г** ткани мозга.
- Образование на поверхности нейрона агрегатов фибрилл и бляшек приводит к слиянию и гибели клеток, позже — к дегенеративному перерождению серого вещества мозга.
- В головном мозге образуются полости, мозг становится похожим на губку (***губчатая энцефалопатия***). Это приводит к дисфункции ЦНС.



**ТРЁХМЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ
ПРИОНОВ: PrPC (слева) и PrPSc (справа)**



PrP^{Sc} действует в качестве матрицы для рефолдинга (изменения конформационной структуры) PrP^C в PrP^{Sc} .

В ходе превращения нормального клеточного прионового белка в PrP^{Sc} , часть его α -спиральных и неупорядоченных участков переходит в форму β -структуры.

МЕХАНИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ КЛЕТОК АНОМАЛЬНЫМ ПРИОНОМ

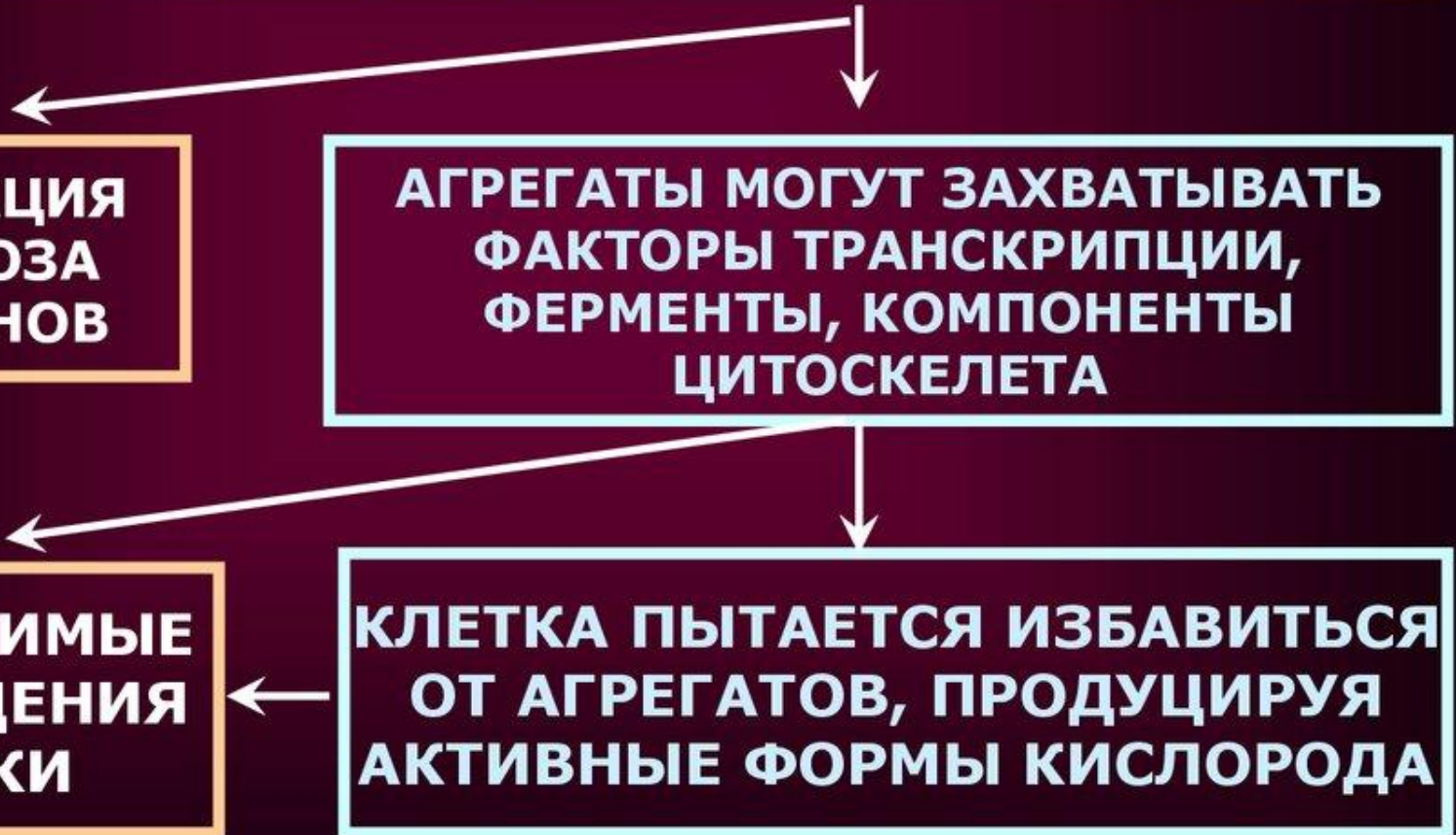
В ОТЛИЧИЕ ОТ НОРМАЛЬНОГО PrPC – ЦИТОЗОЛЬНОГО ИЛИ МЕМБРАННОГО БЕЛКА, PrPSc ОБРАЗУЕТ АГРЕГАТЫ, ВЫПАДАЮЩИЕ ВНУТРИ ИЛИ ВНЕ КЛЕТКИ

ИНИЦИАЦИЯ
АПОПТОЗА
НЕЙРОНОВ

АГРЕГАТЫ МОГУТ ЗАХВАТЫВАТЬ
ФАКТОРЫ ТРАНСКРИПЦИИ,
ФЕРМЕНТЫ, КОМПОНЕНТЫ
ЦИТОСКЕЛЕТА

НЕОБРАТИМЫЕ
ПОВРЕЖДЕНИЯ
КЛЕТКИ

КЛЕТКА ПЫТАЕТСЯ ИЗБАВИТЬСЯ
ОТ АГРЕГАТОВ, ПРОДУЦИРУЯ
АКТИВНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА

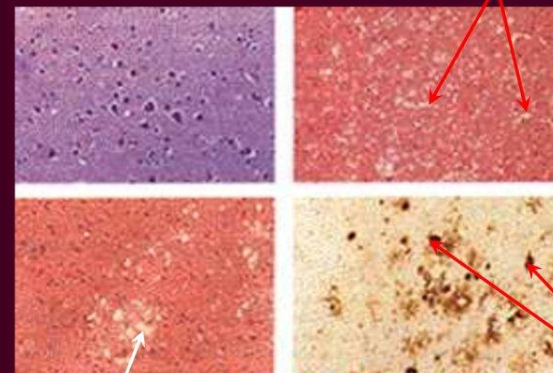


ПРИОНЫ ВЫЗЫВАЮТ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ, ОБРАЗУЯ ВНЕКЛЕТОЧНЫЕ СКОПЛЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ И ФОРМИРУЯ АМИЛОИДНЫЕ БЛЯШКИ (АМИЛОИДОЗ), КОТОРЫЕ РАЗРУШАЮТ НОРМАЛЬНУЮ СТРУКТУРУ ТКАНИ.

РАЗРУШЕНИЕ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ ОБРАЗОВАНИЕМ «ДЫР» (ПОЛОСТЕЙ) В ТКАНИ, ТКАНЬ ПРИНИМАЕТ ГУБЧАТУЮ СТРУКТУРУ ИЗ-ЗА ФОРМИРОВАНИЯ ВАКУОЛЕЙ В НЕЙРОНАХ (СПОНГИОЗ).

НОРМАЛЬНАЯ
ТКАНЬ МОЗГА

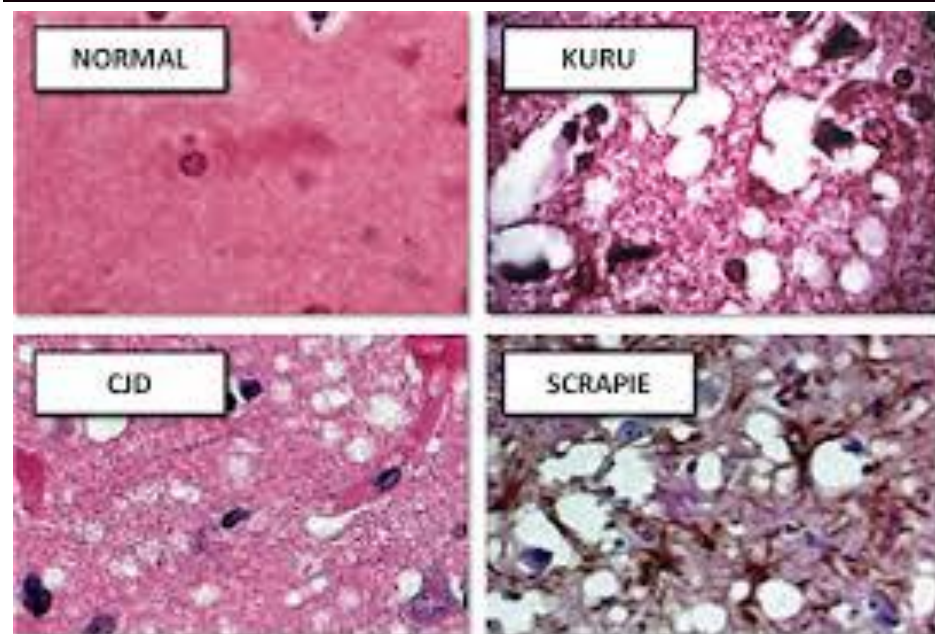
ОБРАЗОВАНИЕ
ВАКУОЛЕЙ –
СПОНГИОЗ



ЗАМЕЩЕНИЕ
НОРМАЛЬНОЙ
ТКАНИ МОЗГА
АМИЛОИДОМ

НАЛИЧИЕ
ГЛУБОК
ПРИОНОВ

Ткань мозга при болезни
Крейцфельда-Якоба,
куру и скрепи.



ВИРОИДЫ

С 1971 года (Теодор Динер) обнаружено более 30 виридов, отличающихся по структуре, кругу хозяев и симптомам заболевания.

Вириод - (viroids, лат. *virus* — яд и греч. *eidos* — вид) - лишенные оболочки небольшие молекулы кольцевой, обычно одноцепочечной РНК.

Инфекционные субвирусные агенты, лишенные белковой оболочки, возбудители некоторых заболеваний (в первую очередь у растений).

Схожи с вирусами:

1. Способами передачи
2. Симптомам вызываемых заболеваний.

В большинстве случаев вызывают поражения у растений (например, пестролепестность тюльпанов)

Вироиды

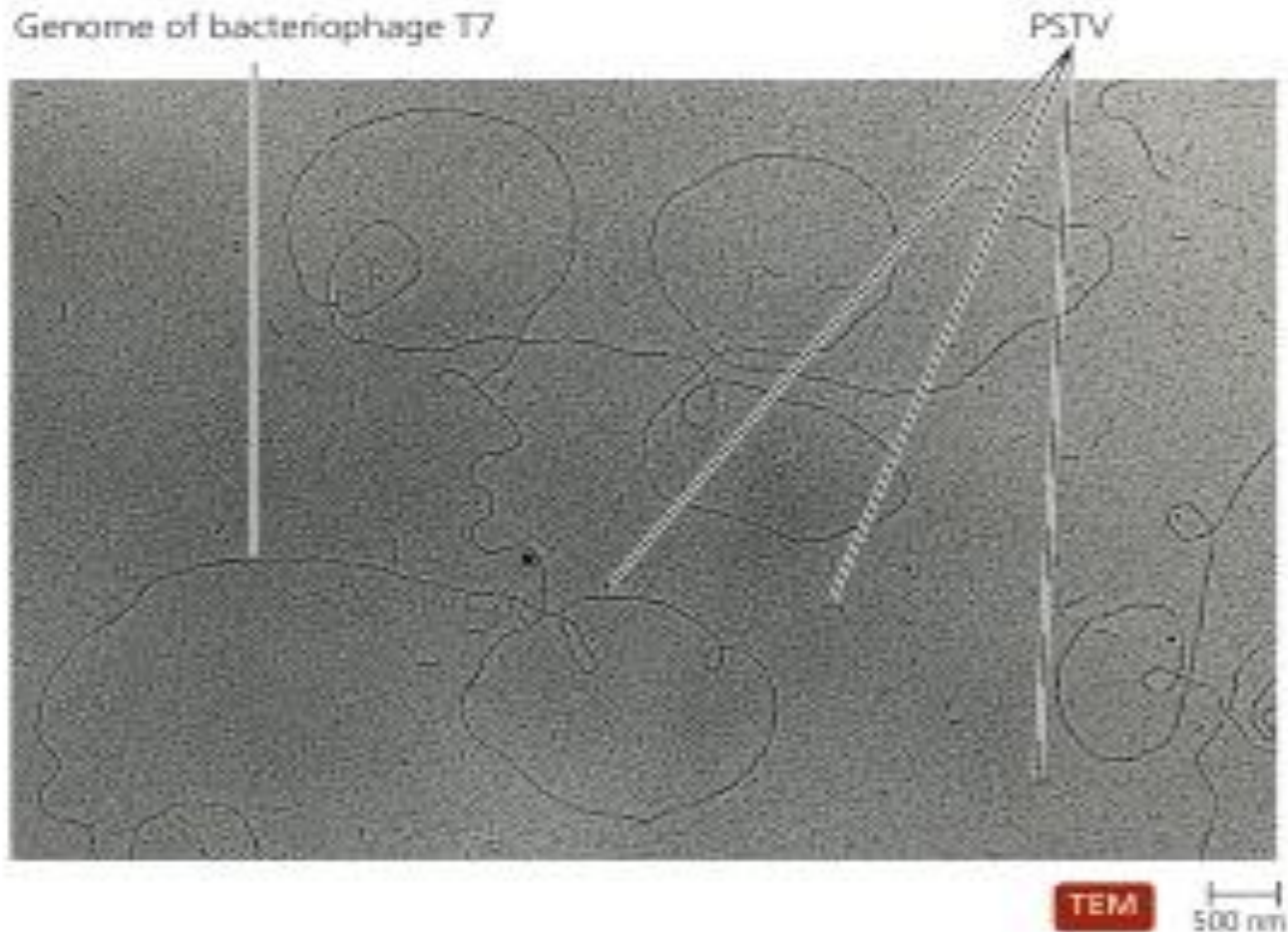
Это самые мелкие возбудители болезней.

Свободные молекулы РНК, длина цепи около 360 нуклеотидов.

- одноцепочечные,
- лишены белковой оболочки,
- замкнутые в кольцо,



РНК вирида карликовости картофеля



▲ **Figure 13.20** The RNA strand of the small potato spindle tuber viroid (PSTV). Also shown for comparison is the longer DNA genome of bacteriophage T7. Compare both to the size of a bacterial genome in Figure 13.2. How are viroids similar to and different from viruses?

Разновидность вироидов

Вироид веретеновидности
клубней картофеля



Здоровый
клубень

Клубни пораженные виroidом
веретеновидности клубней картофеля
Potato Spindle Tuber Viroid – PSTVd

Вироид пестролепестности
тюльпанов





Заключение

- Грибы – низшие безхлорофильные растительные микроорганизмы - эукариоты, относящиеся к царству Fungi (Mycetes, Mycota). Выделяют 4 типа грибов, вызывающих микозы у человека: Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota и Deiteromycota.
- Простейшие (Protozoa) – одноклеточные микроскопические организмы животного происхождения. Возбудителями заболеваний у человека являются представители 4-х типов: Sarcomastigophora, Apicomplexa, Ciliophora и Microspora.
- Вирусы - особая группа неклеточных форм жизни, которые относятся к царству Vira и обладают рядом особенностей, отличающих их от других организмов. Они имеют молекулярную организацию, обладают одним типом нуклеиновой кислоты и являются абсолютными внутриклеточными паразитами.
- Прионы — особый класс инфекционных патогенов, не содержащих нуклеиновые кислоты. Прионы представлены белками с аномальной третичной структурой.



Спасибо
за внимание!

