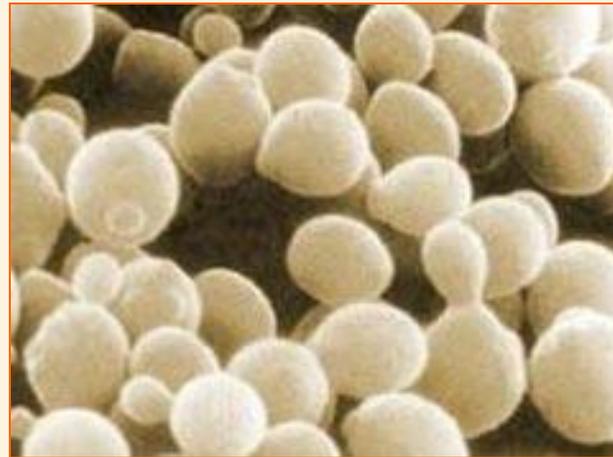


ГРИБ

Mysetalia, Mycota (микология), Fungi (фунгициды)

Около 100 тыс. видов – до 250
тысяч



Систематика грибов

Грибы – полифилетическая группа, произошли более 1,1 млрд. лет назад от разных групп первично бесцветных жгутиконосцев. В самостоятельное царство были выделены с начала 1970-х годов и разделены на три отдела.

В соответствии с новой классификацией, основанной на данных молекулярной филогенетики, строения и расположении жгутиков и строения крист митохондрий, **грибы разных отделов относят к разным царствам.**

Высшие грибы (Eumycota) вместе с многоклеточными животными (Metazoa) – к п/ц **Opisthokonts** царства **Uniconts**. Они имеют уплощенные митохондриальные кристы и у подвижных гамет один задний жгутик. Для Opisthokonts также было показано, что они обладают уникальной инсерцией (вставкой) в виде 12 аминокислот в белок EF-1alpha – фактор элонгации трансляции.

Представители: хитридиомицеты, зигомицеты, аскомицеты, базидиомицеты, дейтеромицеты

Мухомycota (Mycetozoa) – слизистая плесень, или миксомицеты относят к другому п/ц этого же царства - к **Amoebozoa**, для которых характерна способность образовывать **оомицеты** или **севдоспоридии** (жгутики в предлобках, а также они вначале образуют кристы митохондрий; в клеточной стенке вегетативных клеток – полимер галактозы и лектины) и **спори и спорангии** (целлюлоза). Вместе с бурыми, золотистыми и диатомовыми водорослями их относят к п/ц **Chromista** из царства **Chromalveolatae**:

- оомицеты (Oomycetes) - в клеточной стенке целлюлоза и глюкан, запасают ламинарин; большинство – водные, сапротрофы и паразиты, в т.ч. на рыбах (сапролегния). Могут быть наземные (фитофтора, ложная мучнистая роса)
- гифохитридиомицеты (Hyphochytridiomycetes) – преимущественно водные, в стенке хитин и целлюлоза, один перистый передний жгутик (второй потерян)

Особенности строения и жизнедеятельности клеток настоящих грибов

(объединяют признаки растений и животных)

Клетки одноядерные, либо чаще – многоядерные

Ядра обычно (у высших грибов) гаплоидные (1n), редукция зиготическая

Есть **клеточная стенка**, включающая у большинства грибов **хитин**

В процессе углеводного и азотного обмена образуют **гликоген**, **серотонин** и **мочевину**

Гетеротрофный тип питания, абсорбционный (всей поверхностью тела) и **осмотрофный способ питания клеток** – ведут внеклеточное частичное расщепление органических веществ, продукты расщепления абсорбируют через поверхность мембраны

Поскольку **питание через внешнюю поверхность клеток – ее площадь по отношению к объему клеток очень большая**

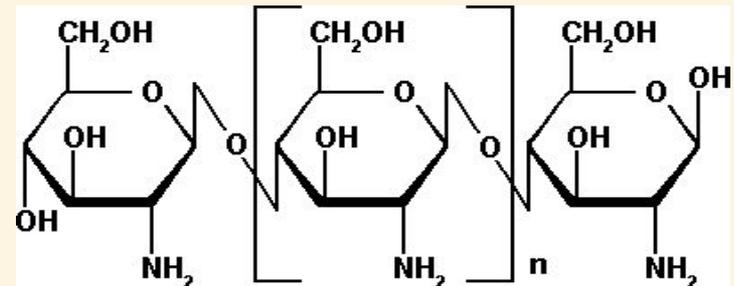
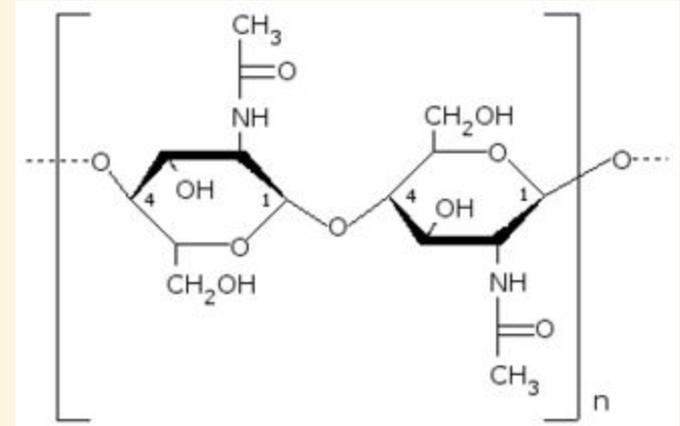
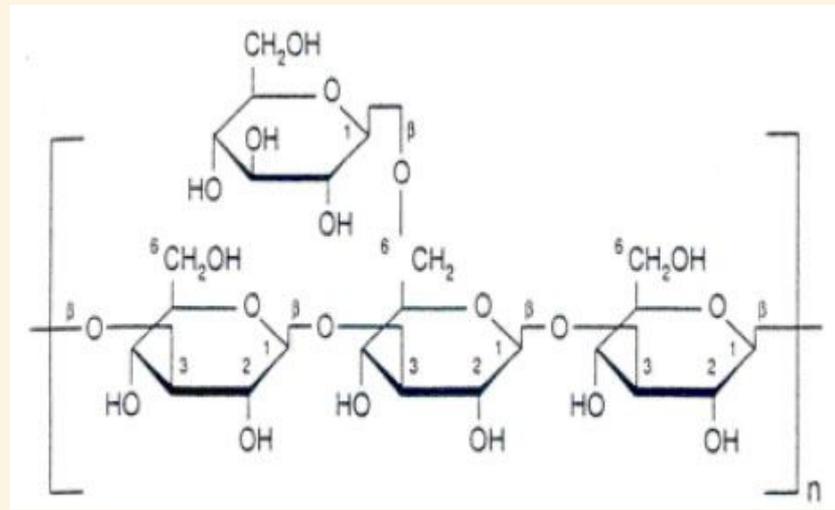
Рост неограниченный, возможно перемещение ростовое и тургорное; в жизненном цикле может быть стадия, передвигающаяся с помощью жгутиков

Бета-глюкан – полисахарид, находящийся в стенках клеток грибов, где он представлен в виде комплекса – хитин-глюкан.

Термоустойчив, легко переносит низкие и высокие температуры – даже часы кипячения не разрушают его молекулу. Комплекс хитин-глюкан практически не усваивается в организме человека и поэтому требуется дополнительная обработка температурой и этанолом – экстракция, в результате которой получается легко усвояемая форма β -глюкана - важный иммунный активатор и антиоксидант, нейтрализующий свободные радикалы.

Хитин - полимер из остатков N-ацетил-D-глюкозамина, связанных между собой бета-(1,4)-гликозидными связями.

Хитозан – аминосахарид, молекулы которого состоят из β -(1-4) D-глюкозамина и N-ацетил-D-глюкозамина



Полимер из β -(1-4) D-глюкозамина

Строение клетки грибов

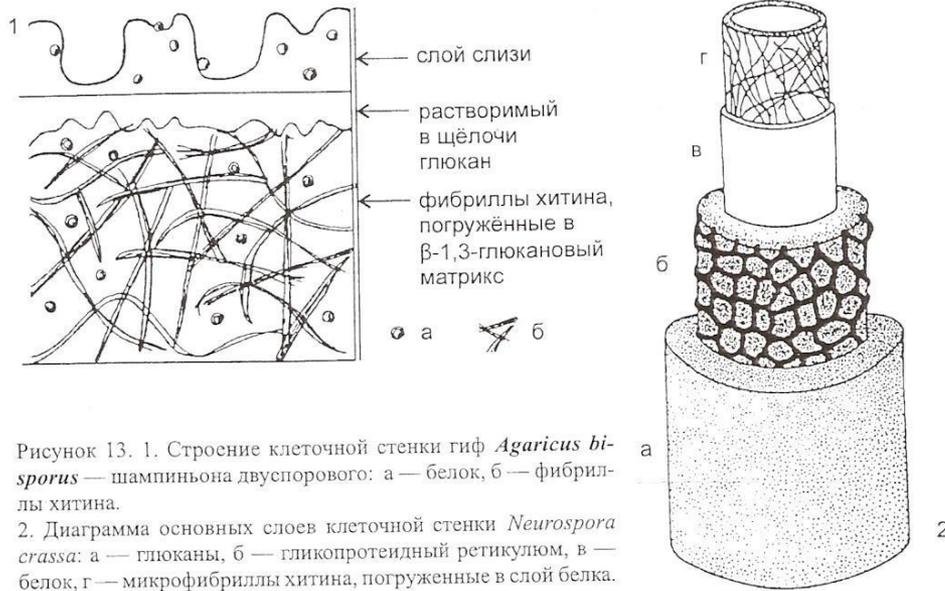
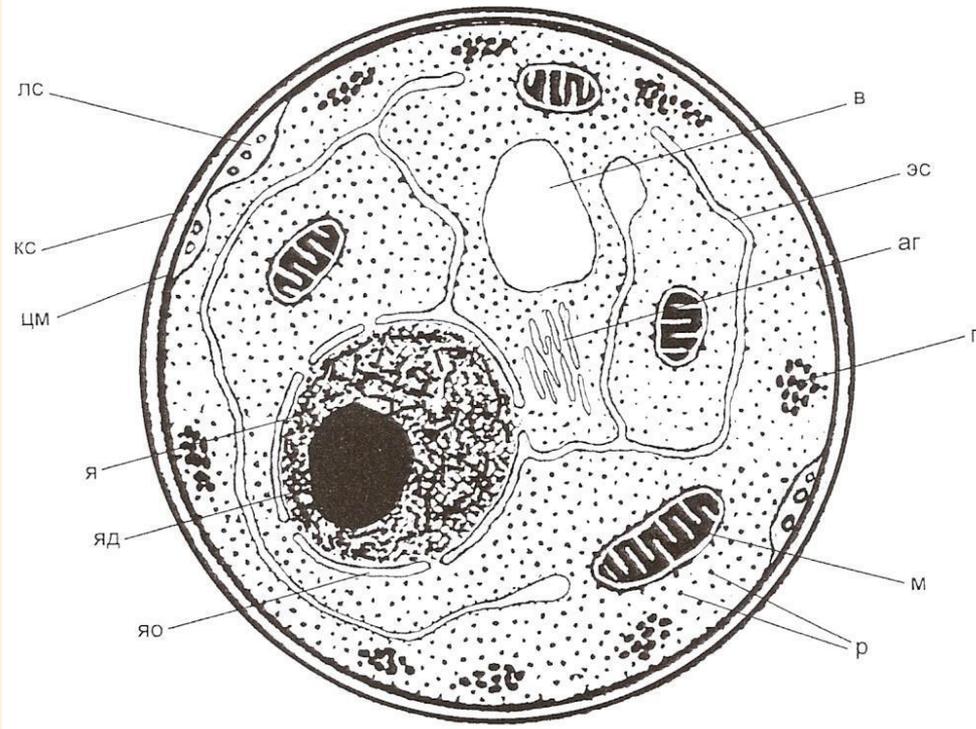


Рисунок 13. 1. Строение клеточной стенки гиф *Agaricus bisporus* — шампиньона двуспорового: а — белок, б — фибриллы хитина.
 2. Диаграмма основных слоев клеточной стенки *Neurospora crassa*: а — глюканы, б — гликопротеидный ретикулум, в — белок, г — микрофибриллы хитина, погруженные в слой белка.

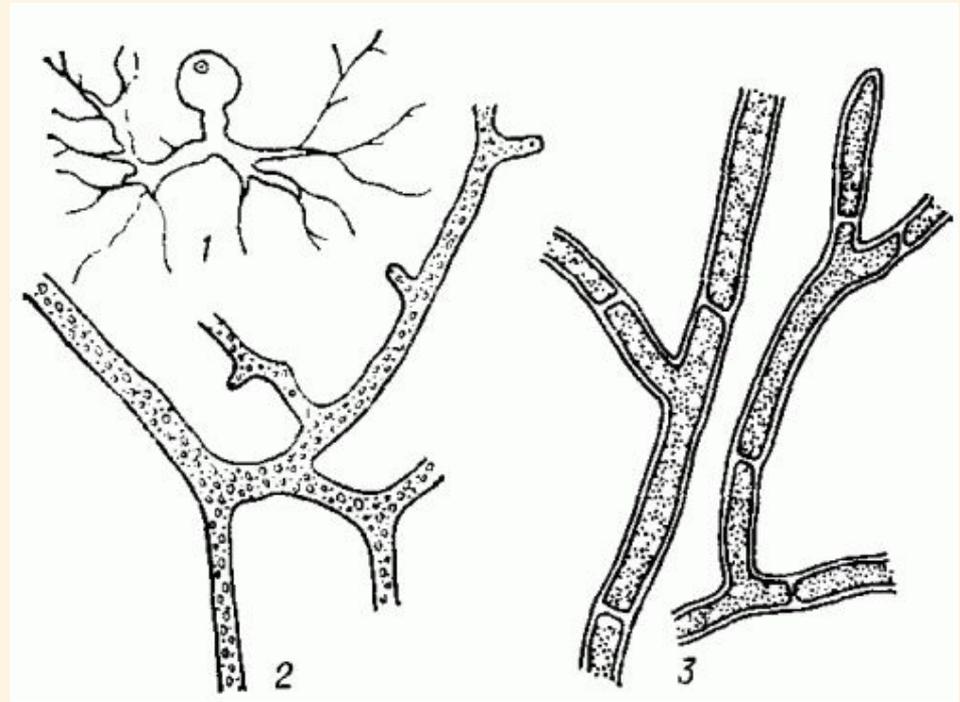
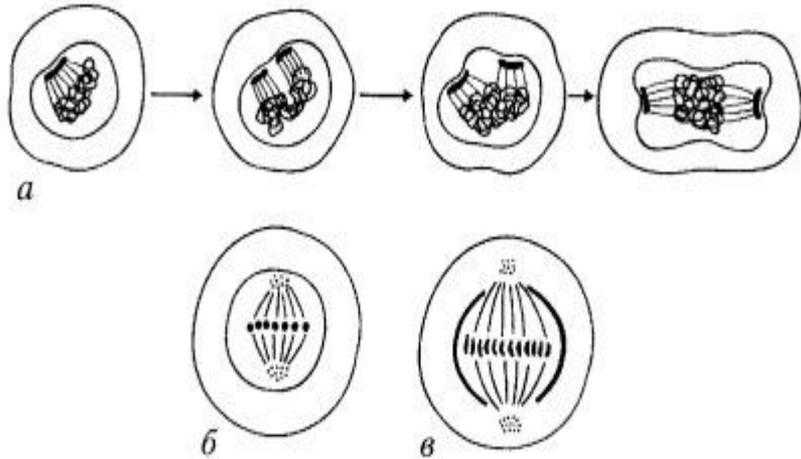


Снаружи клеточная стенка (КС), между ней и плазмалеммой (ЦМ) могут быть пузырьки – ломасомы (ЛС). Ядер может быть от 1-2 до 20-30, причем митоз обычно закрытый – при делении клетки ядерная оболочка не разрушается. В цитоплазме канальцы ЭПС, которая у большинства грибов распределена свободно по всему объему. АГ представлен отдельными канальцами, либо реже диктиосомами, а в зонах активного роста гиф ЭПС образует многочисленные пузырьки – везикулы, которые служат для транспорта веществ к клеточной оболочке. В процессе старения гифы в ней образуются все более крупные вакуоли с пигментами и запасными веществами, в гиалоплазме могут быть гранулы

Строение тела грибов

Типы мицелия

Особенности деления
клетки – у большинства
видов закрытый или
полуоткрытый митоз

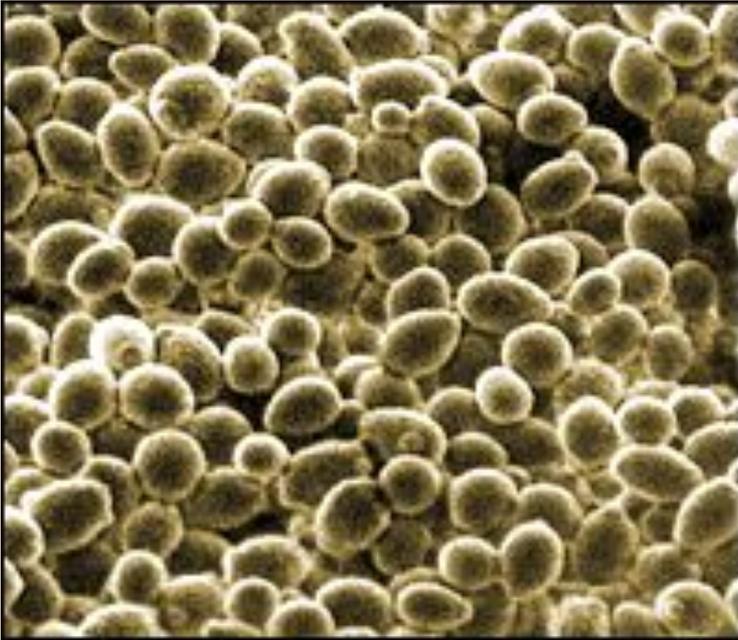


А - Плевромитоз
Б - Закрытый ортомитоз
В - Полуоткрытый ортомитоз

1 — одноклеточный таллом с
ризомицелием;
2 — неклеточный мицелий;
3 — клеточный мицелий.

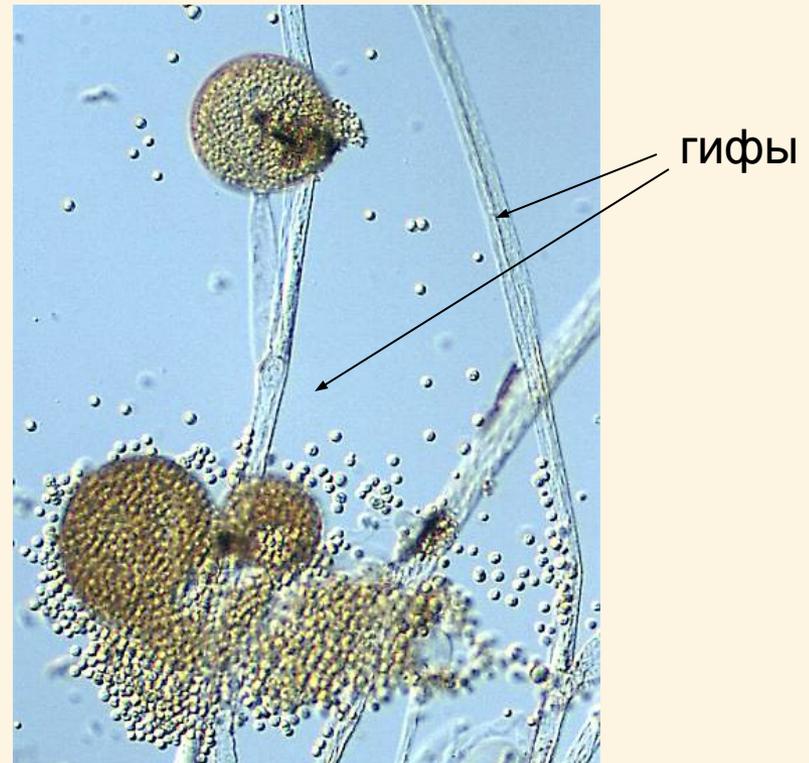
Одноклеточные грибы

Клетка овальная с 1 ядром



Дрожжи - группа грибов, утративших мицелиальное строение в связи с переходом к обитанию в жидких и полужидких, богатых органическими веществами субстратах. Объединяет около 1500 видов, относящихся к аскомицетам и базидиомицетам

Клетка ветвится, образуя нити
– **гифы**; ядер много

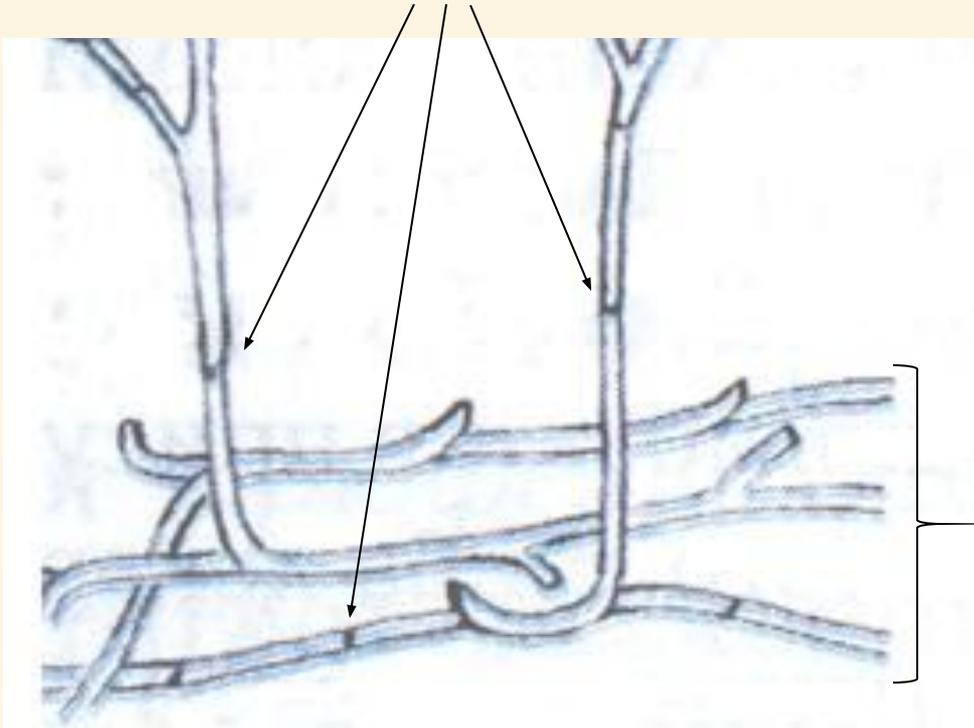


Мукор – хлебная плесень

Условно многоклеточные грибы – мицелий

септирован

Гифы многоклеточных грибов разделены
неполными перегородками



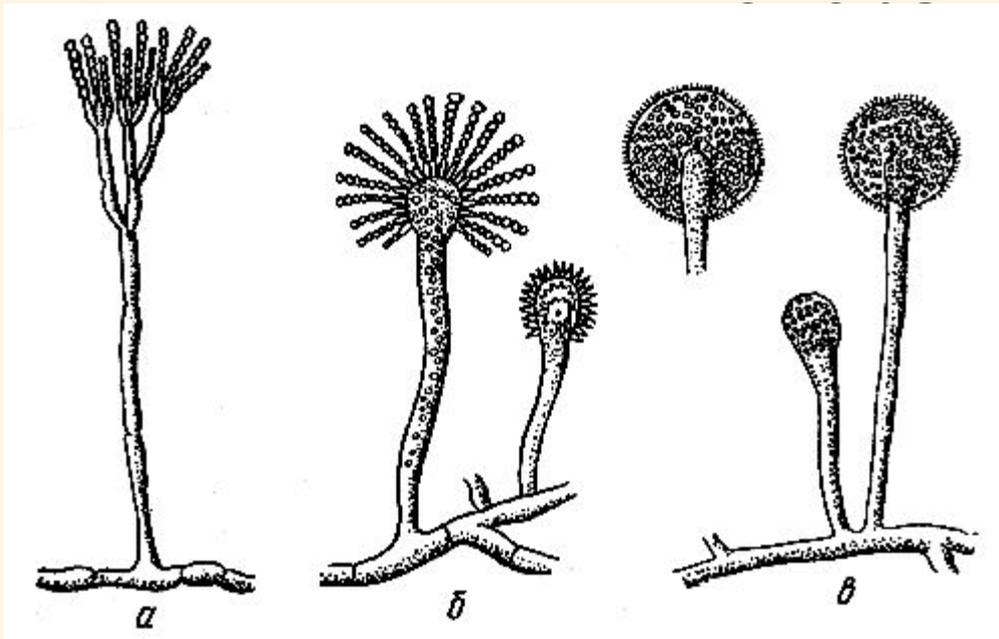
Переплетение
гиф - **мицелий**

Через отверстия в перегородках могут
проходить даже ядра – это ускоряет
обмен веществ и рост гриба



Гриб пеницилл на
питательной среде

Строение грибов **плесневого типа** в период их бесполого размножения



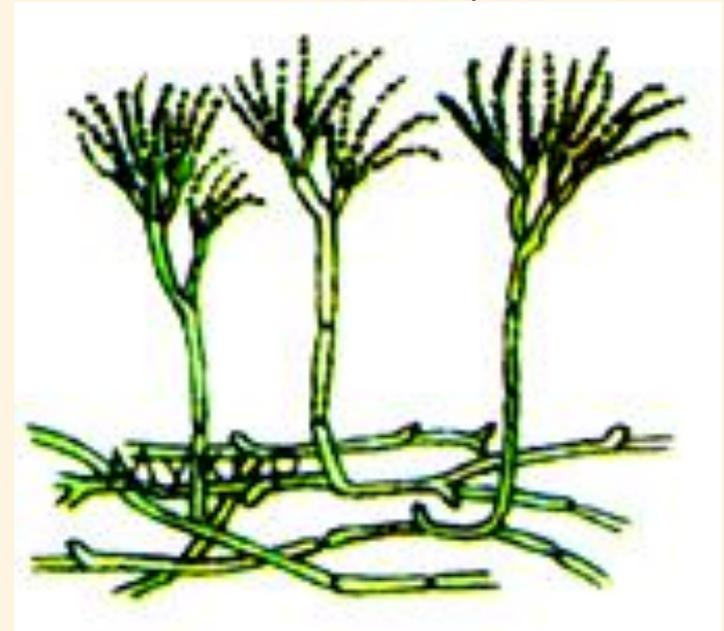
Плесневые грибы:

а — пеницилл; б — аспергилл; в — мукор

У пеницилла и аспергилла – конидии на конидиеносцах (экзогенные споры)
у мукора – эндогенные споры в спорангиях

И

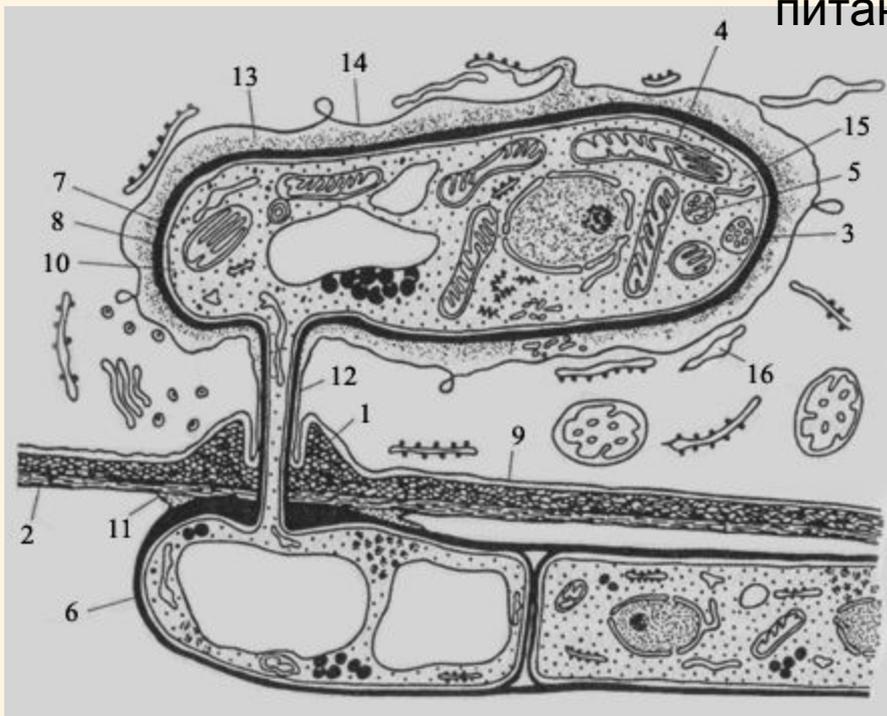
В воздухе споры (конидии на кистевидных конидиеносцах у пеницилла)



В питательной среде мицелий

Вегетативное тело паразитических грибов может образовывать выросты – **гаустории**, которые проникают внутрь клетки растения-хозяина и служат для

питания гриба



Цитологическая картина гаустории возбудителя бурой ржавчины пшеницы

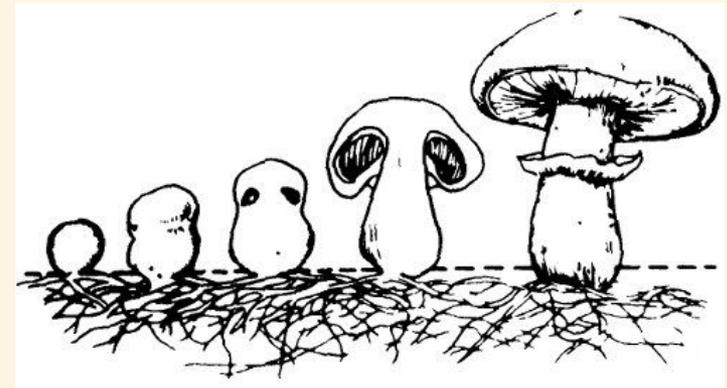
- 1 — складка клеточной стенки хозяина
- 2 — клеточная оболочка клетки хозяина
- 3 — ломасома
- 4 — митохондрия
- 5 — мультивезикулярное тело
- 6 — материнская клетка гриба, из которой прорастает гаустория
- 7 — оболочка гаустории
- 8 — плазмалемма
- 9 — плазмалемма растительной клетки
- 10 — рибосома
- 11 — слизь
- 12 — шейка гаустории
- 13 — экстрагаустральная зона
- 14 — экстрагаустральная мембрана
- 15 — эндоплазматическая сеть (ЭПС)
- 16 — ЭПС растительной клетки

Склероции – плотные переплетения мицелия, которые служат для перенесения неблагоприятных условий.

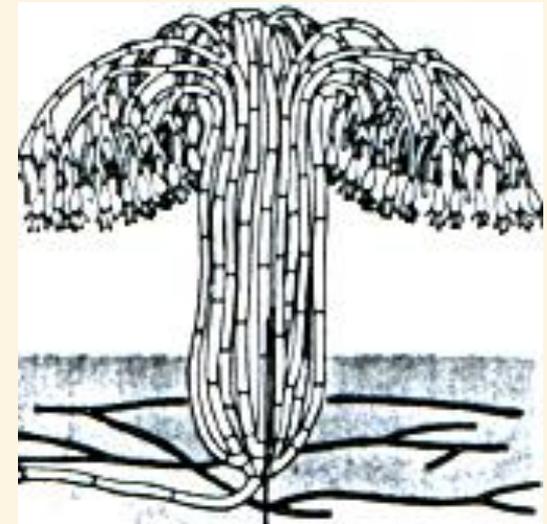
Некоторые грибы при образовании склероциев мумифицируют ткань хозяина – например возбудитель плодовой гнили яблок



Строение **шляпочных** грибов в период их размножения спорами



Плодовое тело –
плотное
переплетение
гиф, образующее
ложную ткань -
плектенхиму



Мицелий в почве; у шляпочных грибов его
могут называть грибницей. Ближе к
плодовому телу гифы идут пучками; у
осеннего опенка пучки (ризоморфы)
толстые, снаружи их гифы темные с
утолщенными стенками, а внутри тонкие и
очень эффективно выполняющие
проводящую функцию

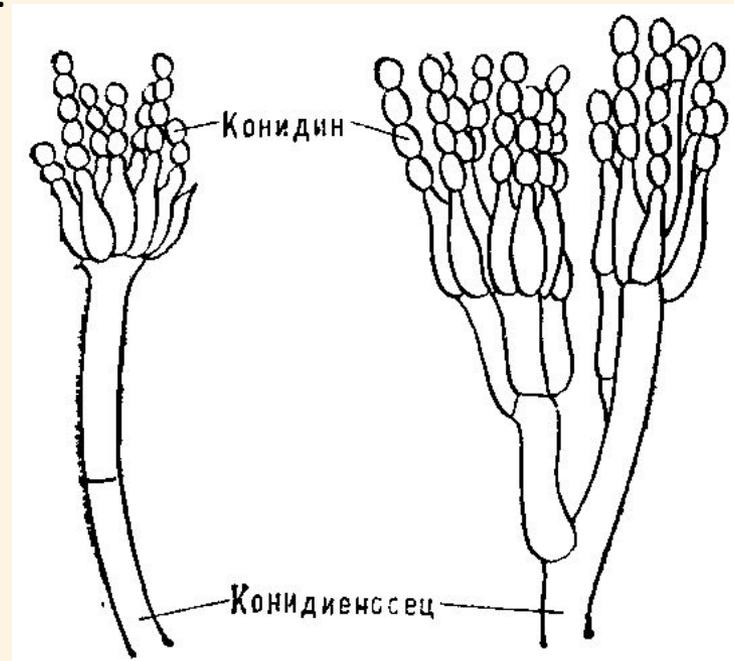
На стволе, уже потерявшем кору, мицелий осеннего опенка. Пучки гиф (ризоморфы) могут расти в почве от одного дерева к другому со скоростью 1 м в год, найдены клоны возрастом более 400 лет



Систематика высших грибов

Дейтеромицеты – анаморфные, несовершенные, митоспоровые – не имеют полового размножения.

Утрата полового процесса еще не означает для грибов полного прекращения генетического обмена с другими особями. Остается еще одна возможность – возникновение анастомозов (мостиков) между рядом растущими гифами. Клеточные ядра могут мигрировать по мостикам из одного мицелия в другой, что приводит к обмену генетическим материалом («парасексуальный процесс»).



Пеницилл

Хитридиомицеты

Эти микроскопически малые грибы — самые простые по степени развития своего вегетативного тела, представленного или голой плазменной массой, или дифференцированного на основную овальную, округлую или цилиндрическую клетку и зачаточный тонкий мицелий. Они сохранили некоторые черты организации своих предполагаемых предков — жгутиковых. Об этом свидетельствует прежде всего наличие жгутиковой стадии в их развитии — зооспор и гамет, имеющих один гладкий, бичеобразный жгутик, прикрепленный на заднем конце и направленный назад, а также их теснейшая связь с водной средой обитания.

Большинство хитридиевых грибов — паразиты пресноводных и морских водорослей, водных грибов, высших водных растений и животных. Многие представители этого порядка паразитируют на высших наземных растениях, однако их успешное развитие происходит только при сильном и даже

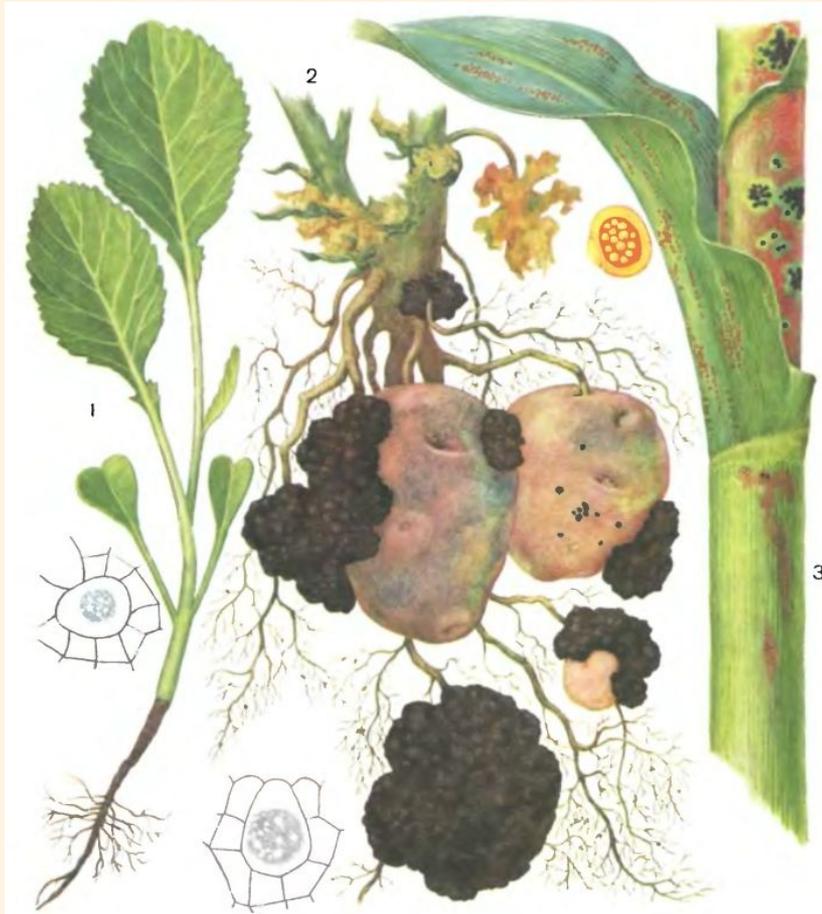
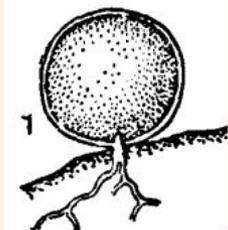


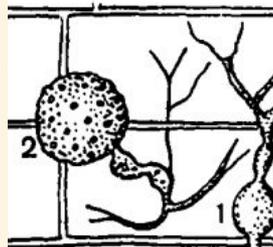
Таблица 5. Хитридиевые грибы-паразиты:

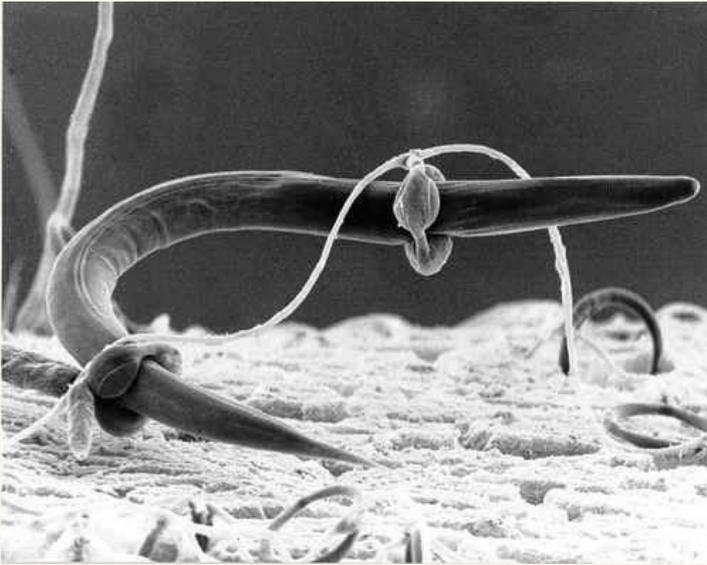
1 — «черная ножка» капустной рассады (возбудитель — *Olpidium brassicae*) с паразитом; 2 — рак картофеля (возбудитель — *Synchytrium endobioticum*): том; 3 — стебель и лист кукурузы, пораженные физиодермозом (возбудитель —



Слева – таллом ризофидиума на клетке водоросли

Справа – кладохитриум с зооспорангием





Zoopagales - хищные грибы



Мукор – сапротрофный гриб на хлебе

Зигомицеты

Отличаются развитым мицелием непостоянной толщины, в котором септы образуются только для отделения репродуктивных органов. Все стадии развития, кроме зиготы, гаплоидны



Spinellus паразитирует на базидиомицетах

Аскомицет ы



Аспергилл



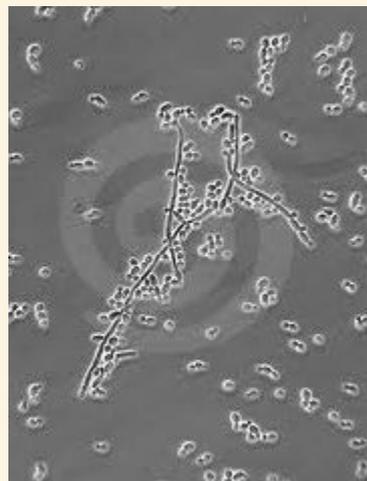
Спорынья



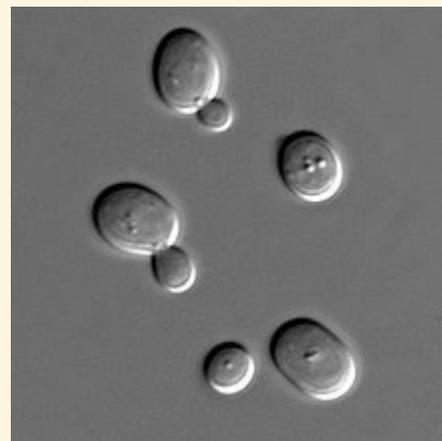
Строчок



Серая гниль



Candida albicans

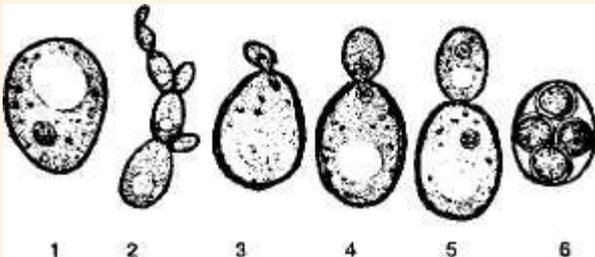
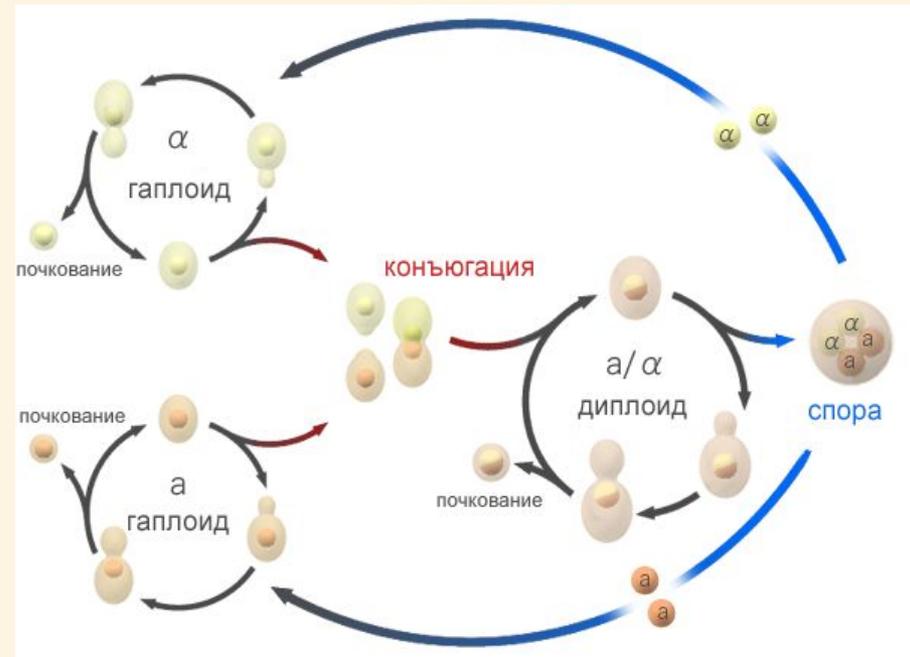
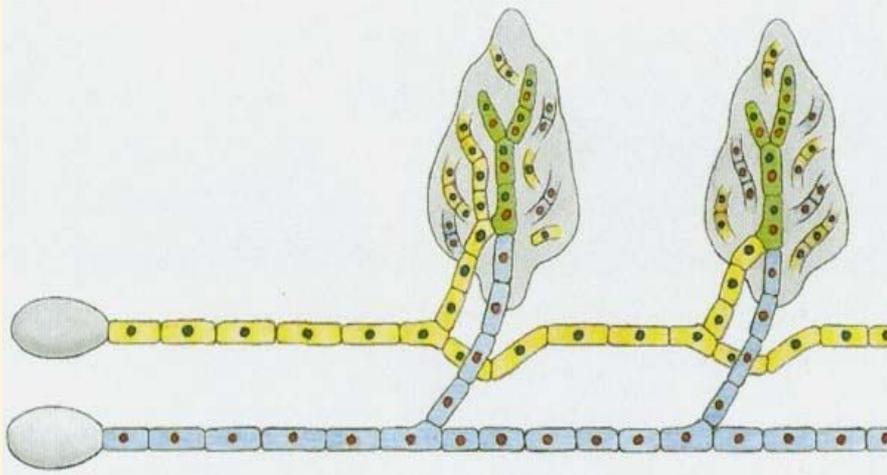


Клетки дрожжей
[Saccharomyces](#)
под микроскопом.



Сморчок конический

У аскомицетов, или сумчатых грибов, — к таковым относятся, например, сморчки, строчки, трюфели — мицелий, распространившийся в почве, состоит из клеток лишь с одним ядром (первичный мицелий). Только в растущем плодовом теле сливаются половые клетки гиф. Образующийся таким способом вторичный мицелий состоит из клеток с двумя ядрами.



Гаплоидные аскомицетные дрожжевые клетки имеют два типа спаривания: a и α . Термин «пол» не используется, поскольку клетки морфологически идентичны и различаются только одним генетическим локусом *mat* (от англ. *mating* — спаривание). Клетки разных типов у могут сливаться и образовывать диплоид a/α , который после мейоза даёт 4 гаплоидных аскоспоры: две a и две α . Вегетативное размножение аскомицетных дрожжей возможно у разных видов либо только на гаплоидной стадии, либо только на диплоидной, либо на обеих (гапло-диплоидные дрожжи)

Базидиомицеты



Головня ячменя –
гриб *Ustilago nuda*.



Ржавчина
пшеницы
Russelia sp.



Многолетнее плодовое
тело
березового трутовика
Piptoporus betulinus

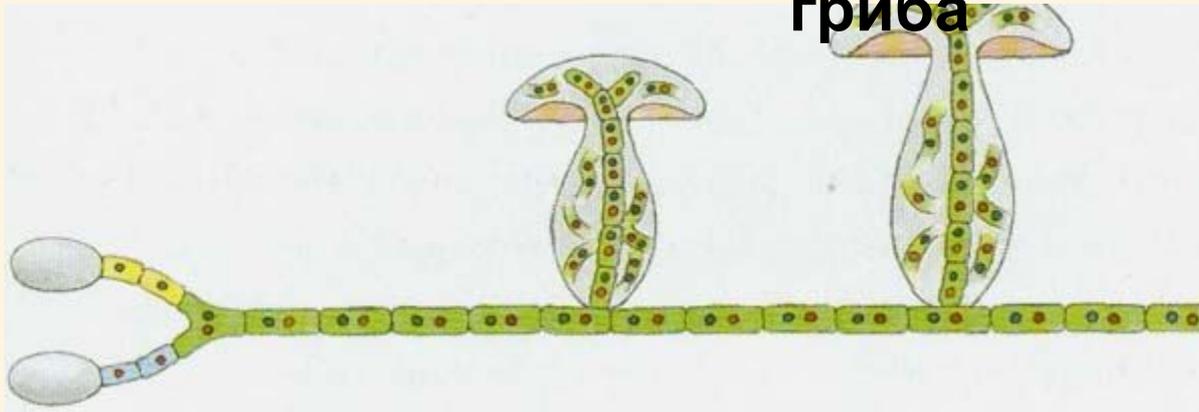


Hydnum

Плодовые тела шляпочных грибов с
пластинчатым, шиповидным и трубчатым
гименофором



Формирование базидиального гриба



Возле септы у гифов базидиомицетов формируется *пряжка*, участвующая в делении клетки – она позволяет оказаться в одной клетке ядрам, сформировавшимся из разных исходных.

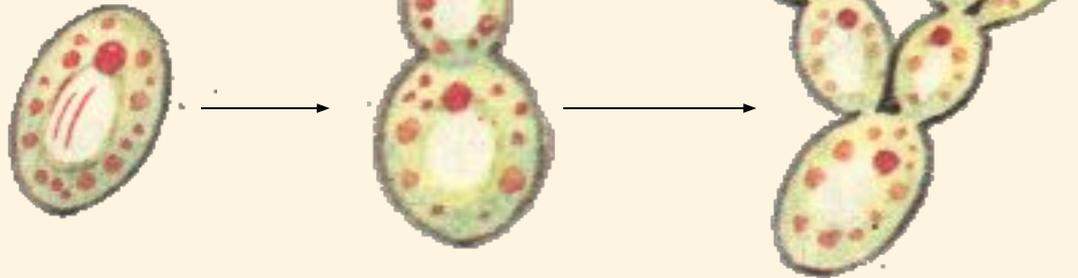
Многолетняя грибница у высших базидиомицетов является дикариотической, то есть в каждой клетке присутствует по два гаплоидных ядра, каждое получено от одного из двух «родителей». Функционально такая клетка идентична диплоидной.

При благоприятных условиях на многих участках дикариотического мицелия начинают образовываться плодовые тела, полностью состоящие из клеток с двумя ядрами. Спорообразующие клетки, где сливаются оба ядра, появляются на концах гиф; их называют базидии. На коротких пальцеобразных отростках они несут по четыре мейоспоры. Для образования мейоспор ядра сливаются, гомологичные хромосомы обмениваются участками (происходит рекомбинация), а потом снова расходятся (мейоз). Гаплоидные мейоспоры разносятся ветром, прорастают, образуя гифы первичного мицелия с гаплоидными ядрами; клетки двух таких гиф могут слиться в дикариотическую клетку (этот процесс аналогичен оплодотворению – слиянию половых клеток). Из дикариотической клетки затем вырастает вторичный многолетний мицелий.

Размножение грибов – общие закономерности

I. Бесполое размножение

1. Дрожжи и некоторые мицелиальные грибы размножаются **почкованием**



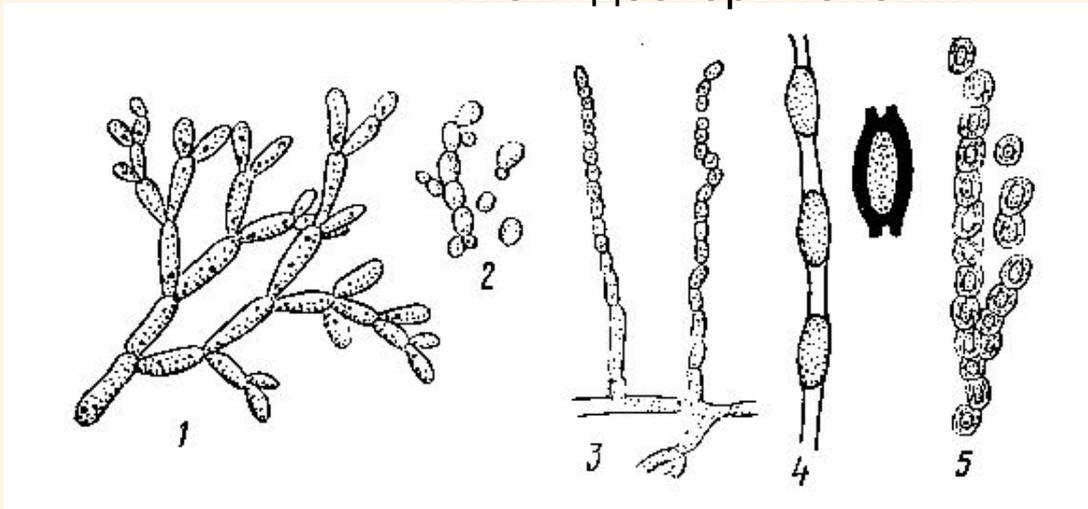
2. Грибы, образующие мицелий, размножаются **вегетативно** – т.е. кусками своего тела – **обрывками мицелия**.

По сути этот способ размножения сводится к **регенерации** тела из его фрагмента



Вегетативно можно размножаться и распространяться столонами — выбрасываемыми в воздушную среду длинными гифами, которые находят подходящий субстрат и образуют на нем ризомицелий, давая начало новой колонии.

3. Мицелий может распадаться на **специализированные клетки** – тонкостенные (оидии) – хранятся недолго, и более толстостенные геммы и хламидоспоры, оболочка которых окрашена в темный цвет (рис. справа). Особенно долго сохраняются и переносят неблагоприятные условия хламидоспоры головни



1, 2 — почкующийся мицелий и бластоспоры;
3 — образование оидий;
4 — образование хламидоспор;
5 — геммы (вегетативное размножение);

4. Вегетативное размножение может происходить одновременно с переживанием неблагоприятных условий **с помощью склероций**



5. Размножение **спорами** – клетками, которые образуются с помощью специализированных структур

Споры бесполого размножения

Эндогенны

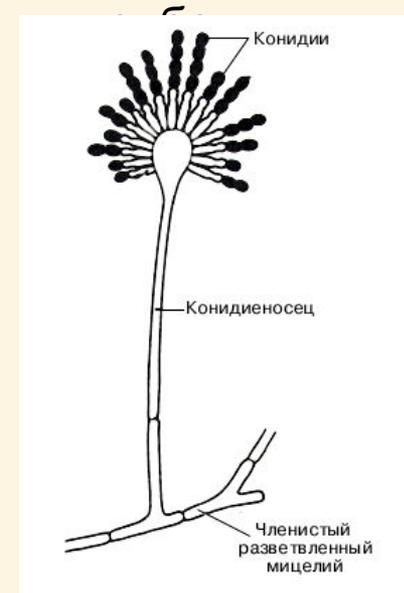
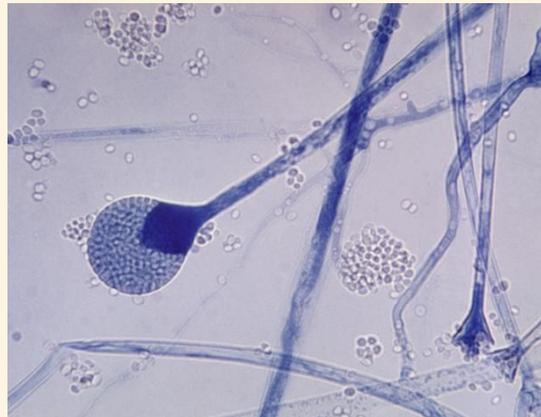
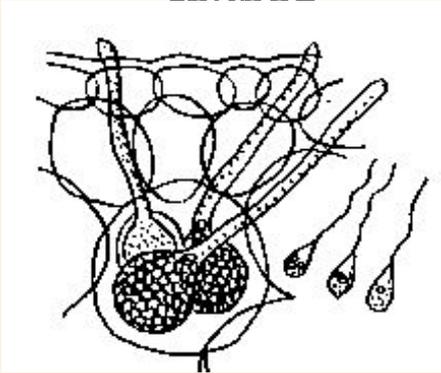
е

Подвижные – зооспоры со жгутиками, образуются в зооспорангиях, чаще у водных грибов

Неподвижные – спорангиоспоры без жгутиков, образуются в спорангиях на спорангиеносцах, у зигомицетов

Экзогенные

Неподвижные конидии, образуются на морфологически специализированных гифах – конидиеносцах. Характерны для аскомицетов, базидиомицетов и анаморфных



II. Половое размножение

грибов

Типы полового размножения

Гаметогам

Слияние ^{ия} гамет, которые образуются в гаметангиях:

- изогамия
- гетерогамия
- оогамия;

в последнем случае (у оомицетов) яйцеклетки в оогониях могут оплодотворяться содержимым выростов многоядерного антеридия с образованием **ооспор**

Гаметангиогам

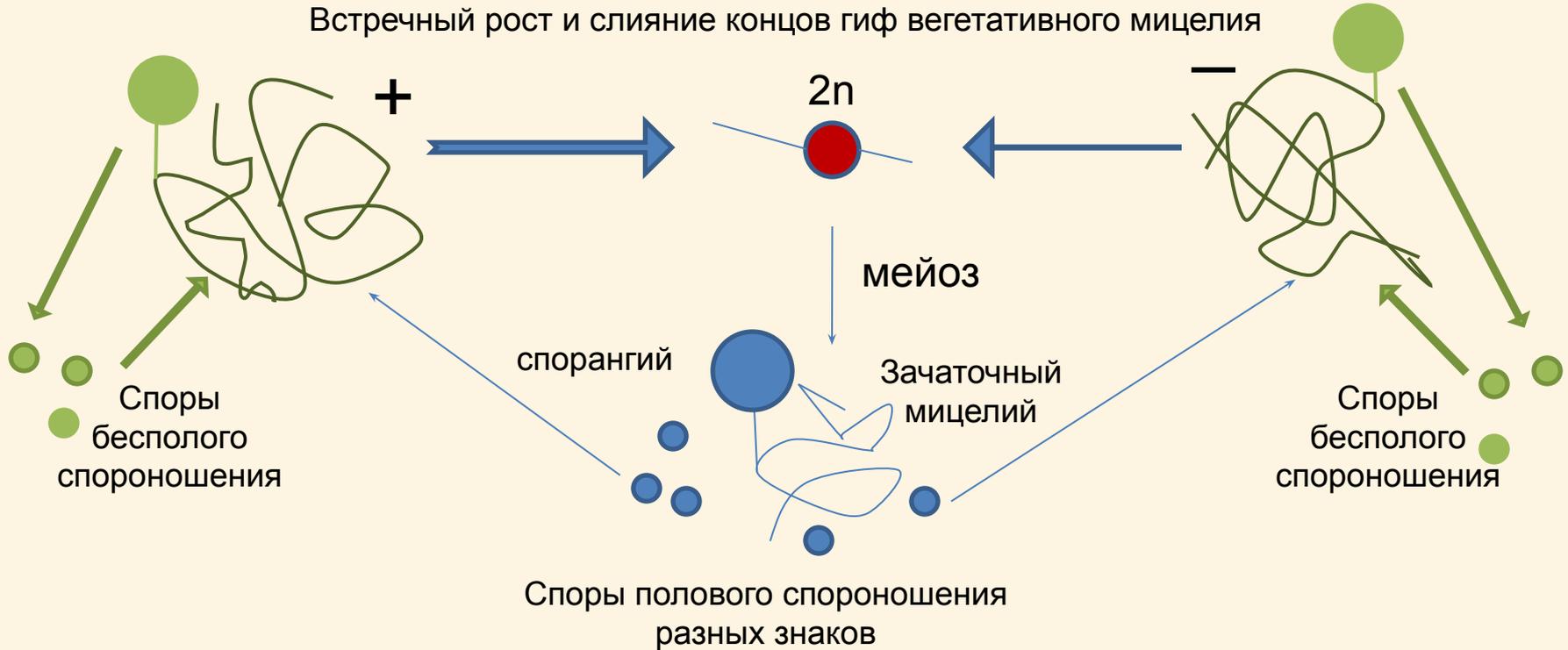
Слияние ^{ия} многоядерных специализированных гиф:

- у зигомицетов образуется зимующая **зигоспора**;
- у аскомицетов в крупную многоядерную клетку женского полового органа (аскогон) переливается содержимое многоядерного антеридия – идет плазмогамия, а ядра ассоциируются парами, образуя дикарион, из него – аскогенные дикариотичные гифы, затем в них кариогамия. После мейоза и одного митоза каждая аскогенная гифа образует сумку – **аск с 8 эндогенными гаплоидными аскоспорами** – это споры полового размножения

Соматогами

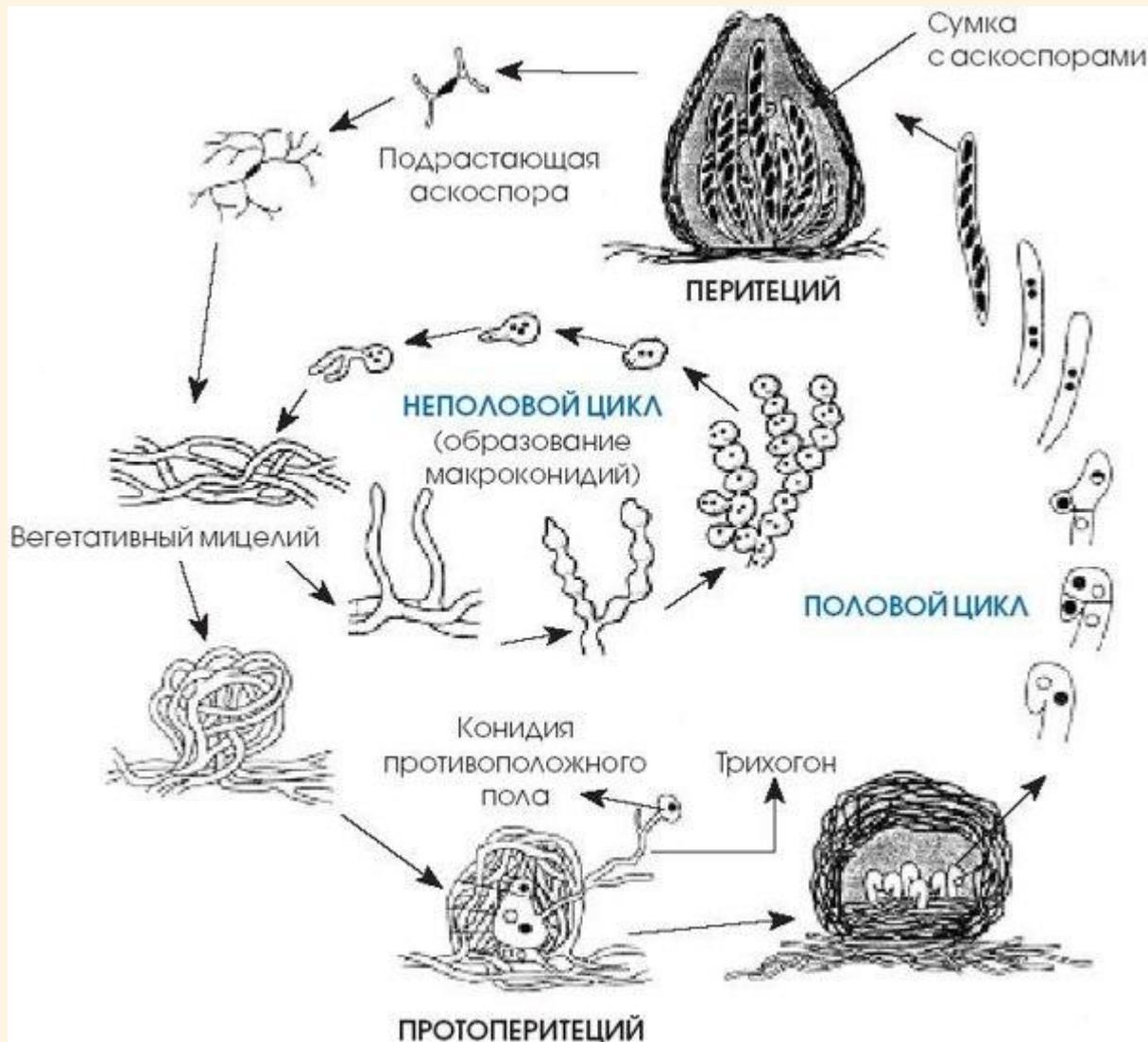
Сливаются ^я обычные вегетативные клетки, если одноклеточные – хологамия. У базидиомицетов сливаются клетки от двух гиф и образуют дикариотический мицелий, он долго живет. Затем в особых клетках (базидиях) этого мицелия идет кариогамия, сразу мейоз (как и у аскомицетов) и образование экзогенных гаплоидных базидиоспор

Циклы полового и бесполого размножения зигомицетов

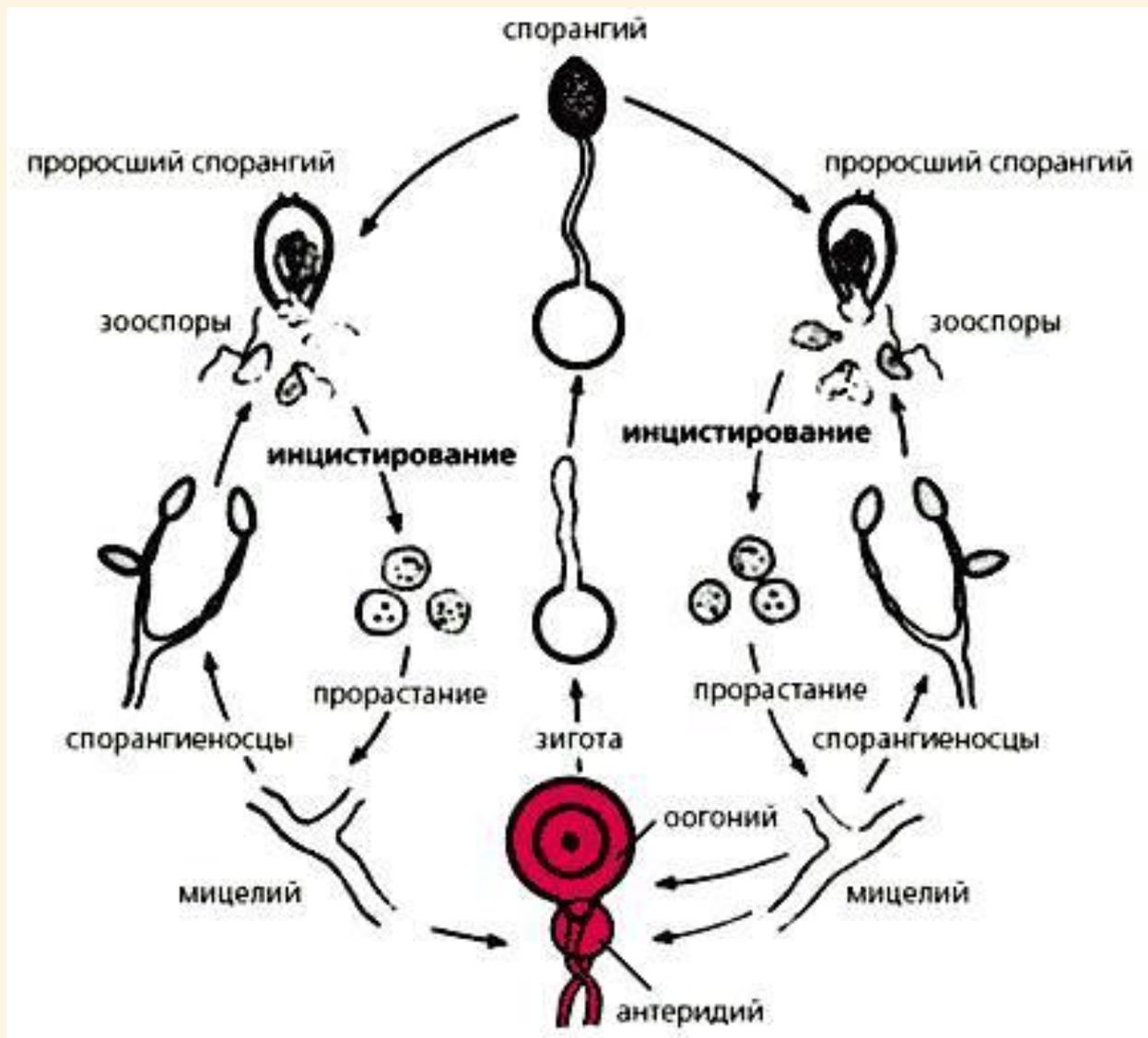


Мицелий зигомицетов имеет два знака («+» и «-»). При контакте противоположных мицелиев (слиянии клеток на их концах - *зигогамии*), формируется зигота после мейоза, дающая зачаточный мицелий со спорангием, в котором развиваются споры полового спороношения, дающие вегетативный мицелий разных знаков.

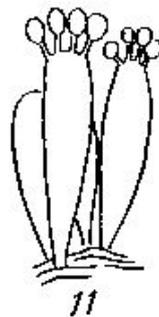
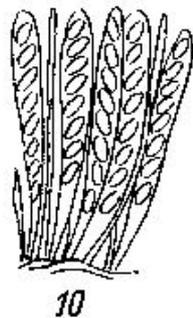
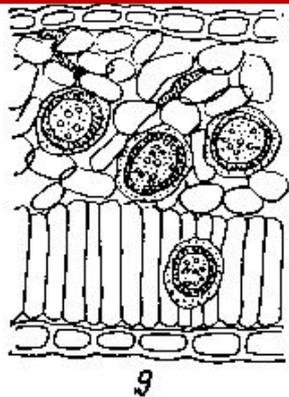
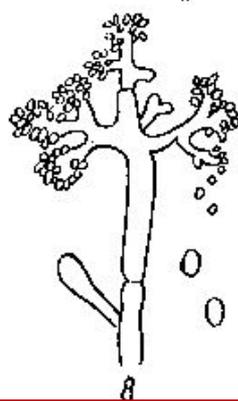
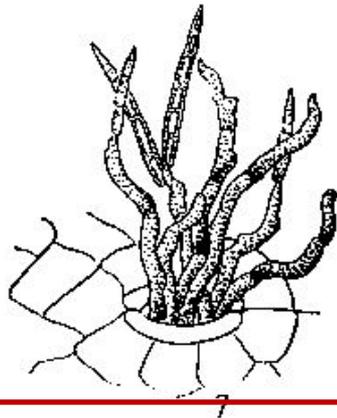
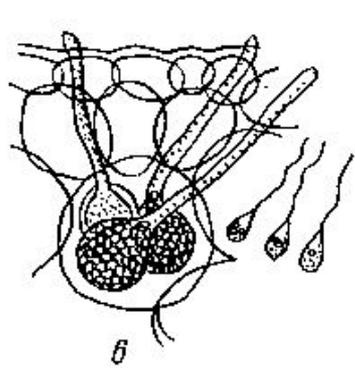
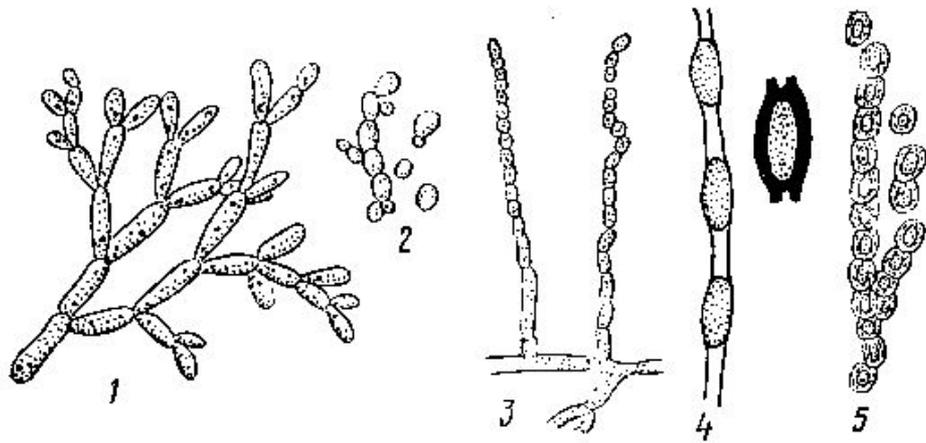
Для бесполого размножения на нём образуются спорангии или спорангиоли (многочисленные спорангии с 2—3 спорами), в которых развиваются споры бесполого спороношения, дающие новые вегетативные мицелии.



Жизненный цикл гриба *Neurospora crassa* (из группы сумчатых грибов, или аскомицетов).
 Рисунок из статьи Т. Потаповой «Тайны нейроспоры»
<http://www.sciam.ru/2004/9/biology.shtml>

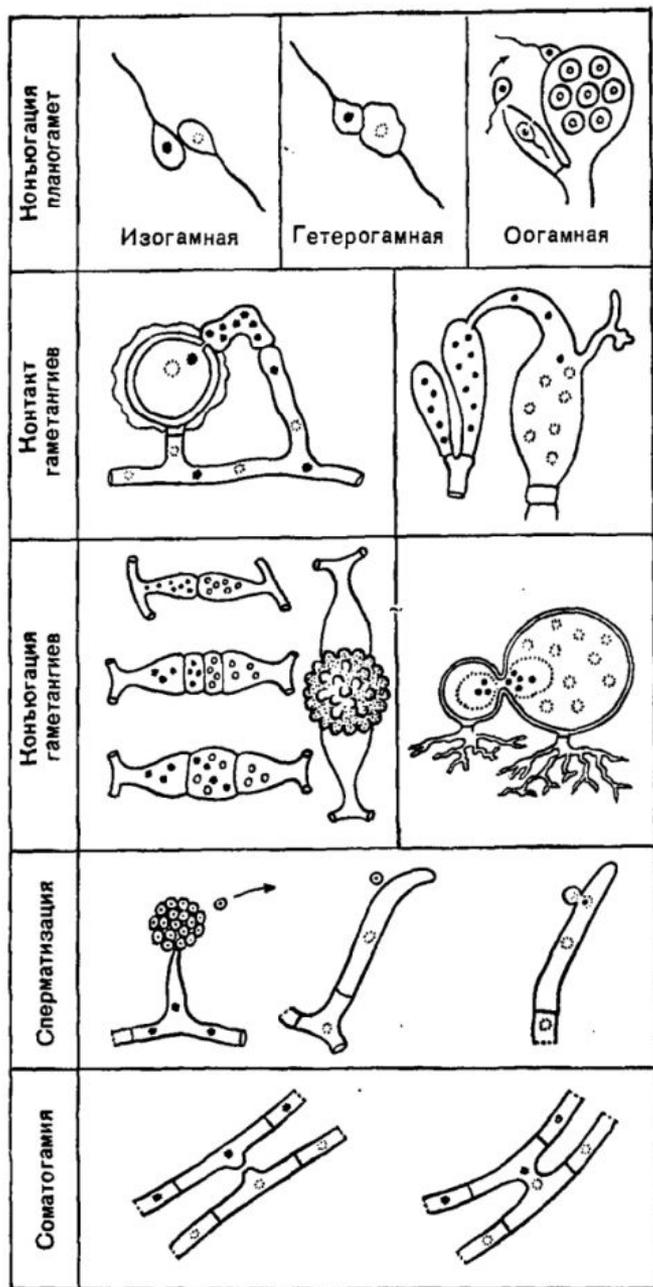


Жизненный цикл фитофторы. Этот гриб относится к группе оомицетов, которая, по последним данным, состоит в более близком родстве с некоторыми водорослями, чем с другими грибами, поэтому относить ее к «грибам» можно лишь в эколого-морфологическом, но не в эволюционном смысле. У фитофторы, как и у высших эукариот, половые клетки делятся на мужские и женские. Для «настоящих» грибов разделение всего-навсего на два пола слишком просто и банально.



Красным выделены варианты полового размножения

- 1, 2 — почкующийся мицелий и бластоспоры;
 3 — образование оидий;
 4 — образование хламидоспор;
 5 — геммы (вегетативное размножение);
 6 — зооспорангий с зооспорами;
 7, 8 — конидиеносцы с конидиями (бесполое спороношение);
 9 — ооспоры;
 10 — сумки с аскоспорами;
 11, 12 — базидии с базидиоспорами (половое спороношение).



Пример гаметангиогамии

Специальные гифы (гаметангии) растут навстречу друг другу, концы сливаются с образованием **зимующей зигоспоры**.

Весной после мейоза формируется новый мицелий

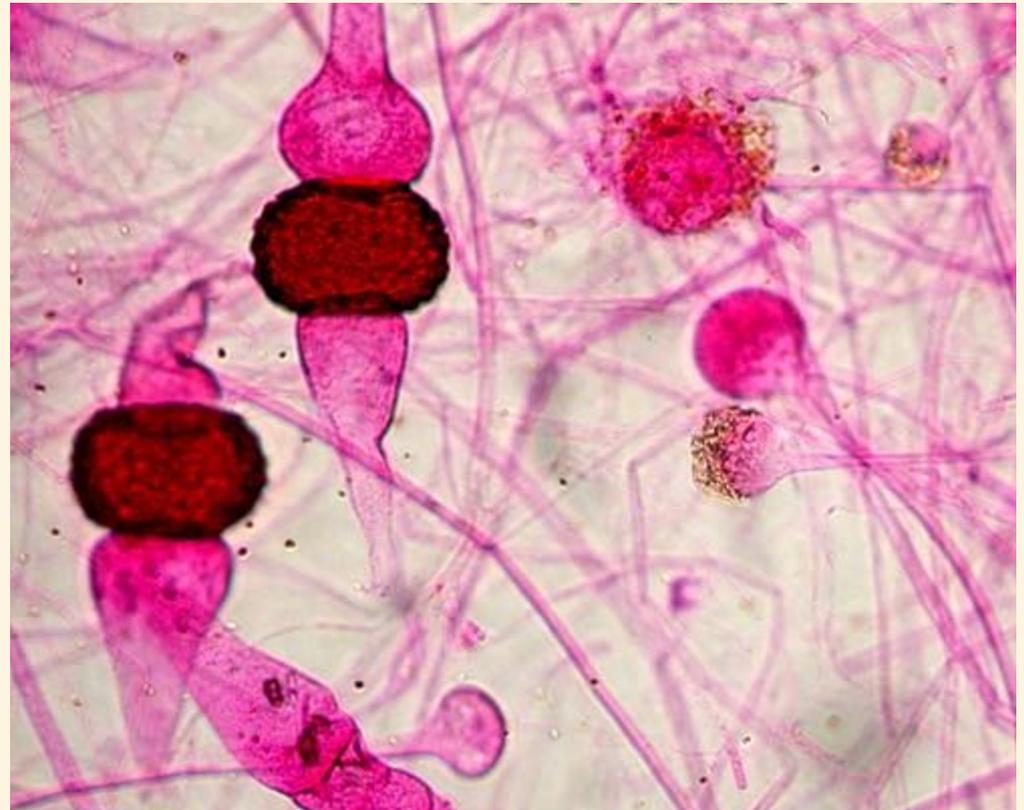
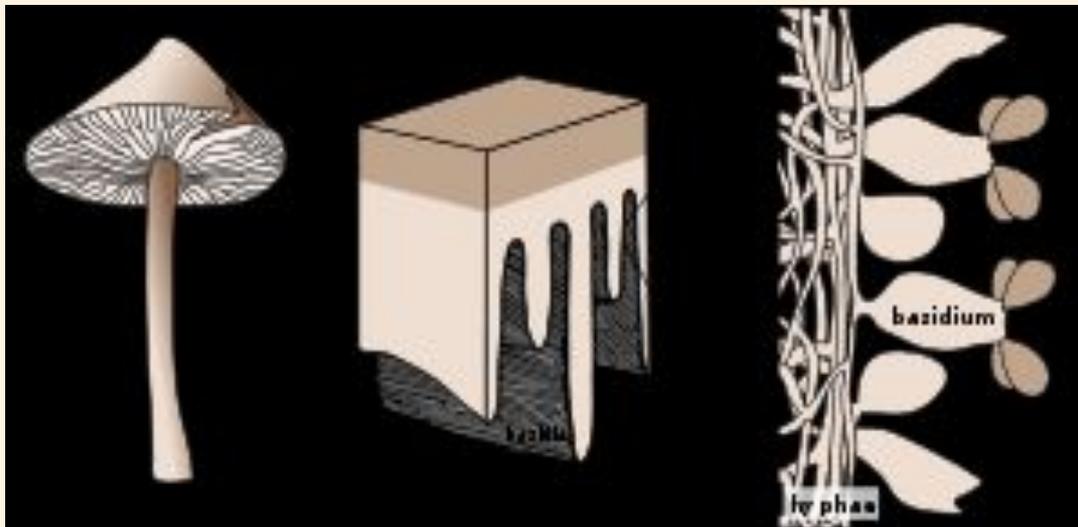


Рис. 5. Типы полового процесса у грибов.

Шляпочные грибы (большинство – базидиомицеты) для выноса базидиоспор используют **плодовые тела**

Базидии развиваются под шляпкой, обычно на пластинках или в трубках.

Базидиоспоры созревают, высыпаются, в благоприятных условиях прорастают и образуют мицелий (грибницу).



Плодовые тела формируются на периферии мицелия, в центре он отмирает («ведьмин круг»)



Экология грибов

Разнообразие грибов по типам питания

Некротроф –
хищный гриб



Место в сетях питания - **консументы**

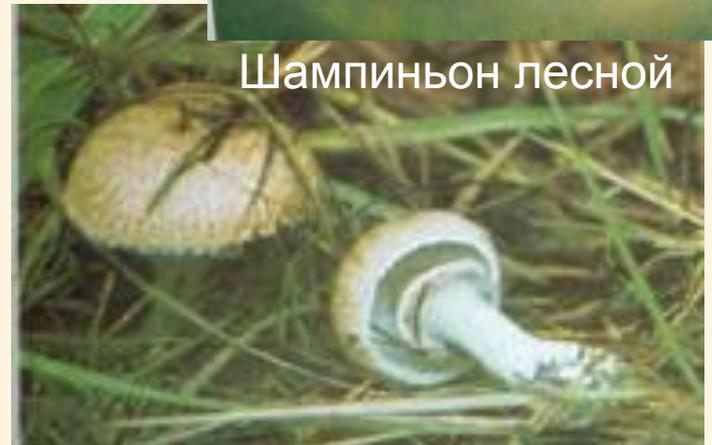
Биотроф –
вызывает
паршу яблони



Сапротрофы – разрушают
различные органические
вещества, разлагают опад



Шампиньон лесной



Место в сетях питания - **редуценты**

По отношению к другим организмам грибы могут быть конкурентами, хищниками, паразитами, комменсалами, симбионтами

Среди всех грибов численность паразитов относительно невелика - около 10 тысяч видов, причем 90% из них паразитируют на

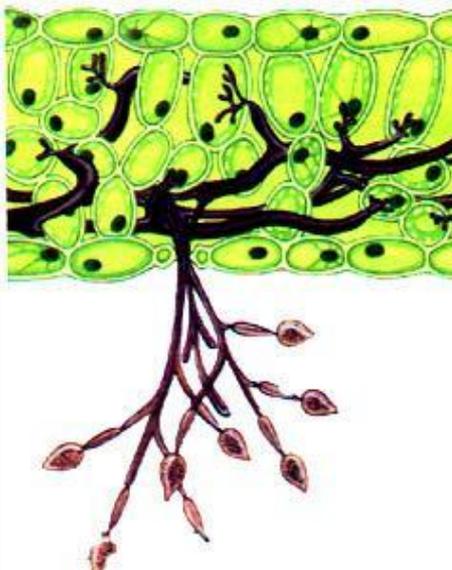


Склероции аскомицета **спорыньи**; яд эргометрин вызывает у человека судороги (эрготизм)
Claviceps purpurea

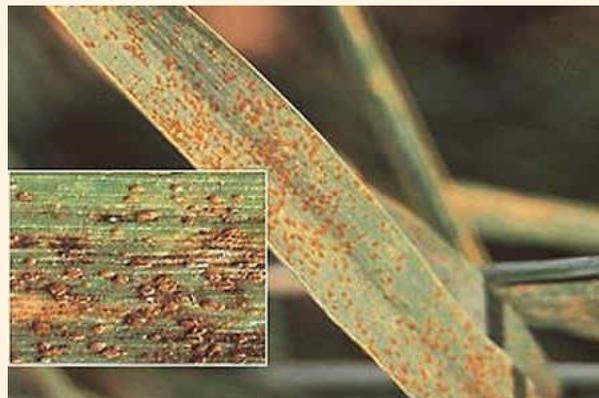


Базидиомицет **ГОЛОВНЯ**
Ustilago nuda.

Фитофтора поражает все части растений семейства пасленовых, в том числе клубни картофеля



Образование спор у фитофторы



Бурая листовая **ржавчина** пшеницы базидиомицет *Puccinia*

triticae
Меры борьбы с поражением посевов пшеницы:

- Замена сортов на более устойчивые
- Своевременная уборка, посев в оптимальные сроки
- В районах эпифитотии — авиаопрыскивание фунгицидами
- Предпосевная обработка — фумигация, т.е. протравливание семян
- Выпалывание растущих поблизости промежуточных хозяев, например у бурой ржавчины – лещины, у стеблевой – барбариса, и т.д.



Гриб **трутовик** поражает ослабленные деревья. На отмирающей древесине трутовик может переходить к сапротрофному питанию

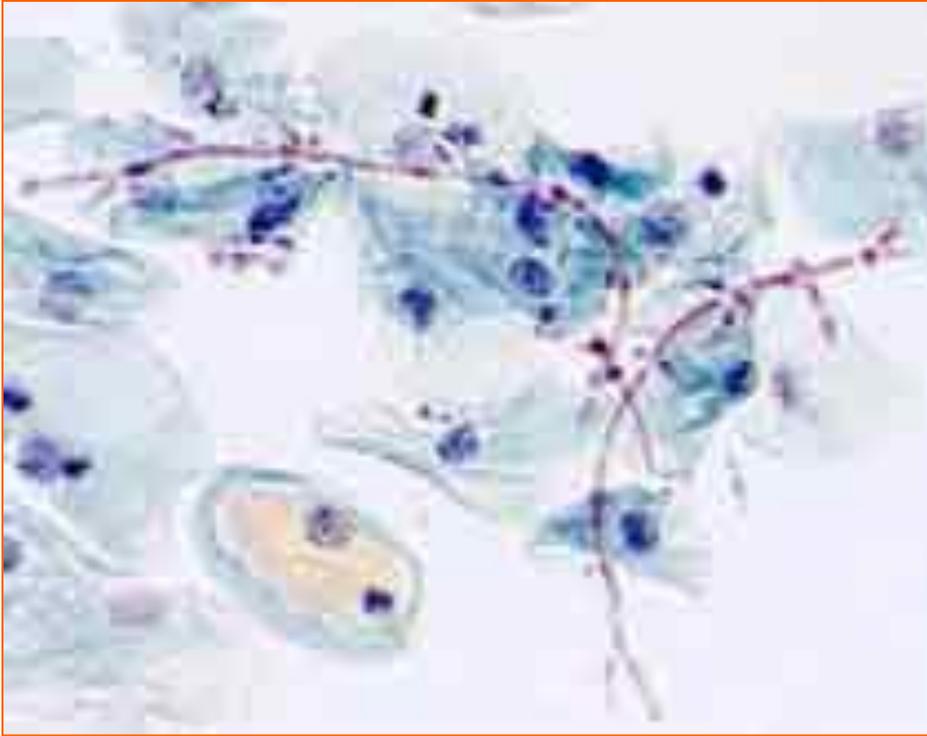


Опенок осенний погубил елочку



Аэрофотосъемка леса, в котором деревья страдают от паразитирования осеннего опенка

Грибы могут паразитировать внутри и на поверхности тела человека и животных, вызывая болезни - **МИКОЗЫ**



Гифы патогенного аскомицета кандиды среди клеток тела человека; вызывает тяжелые поражения органов - кандидозы

Кордицепс военный готовится к размножению спорами



Комменсалы –
нахлебники и
квартиранты

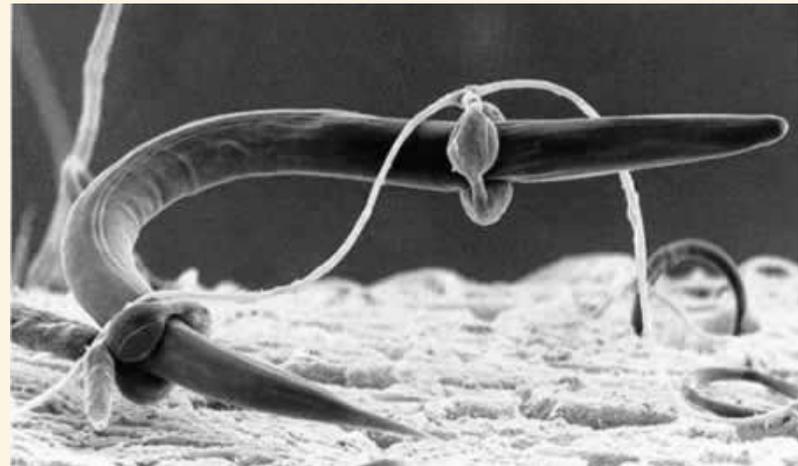


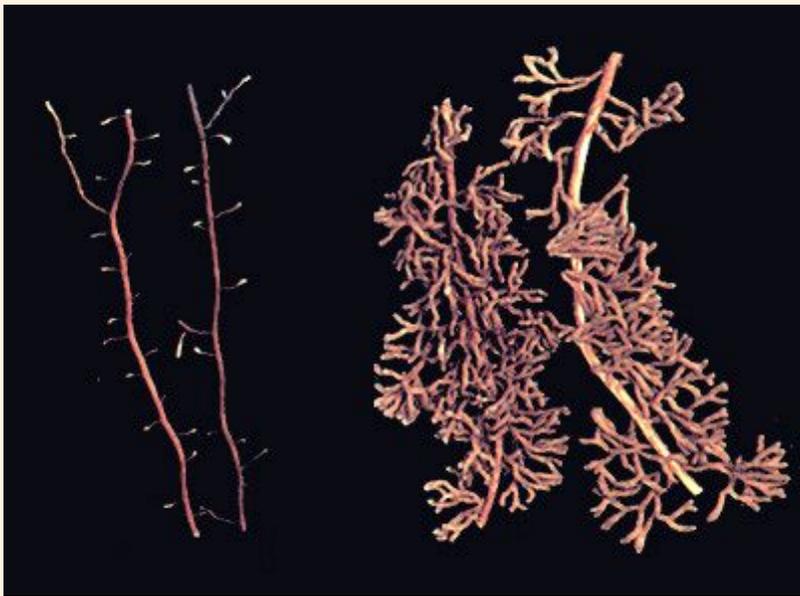
Гриб вешенка способен
поселяться на стволах
живых деревьев, не
нанося им вреда



Грибы **конкурируют**
друг с другом и с
бактериями за
пищу – для борьбы
с конкурентами
синтезируют
антибиотики

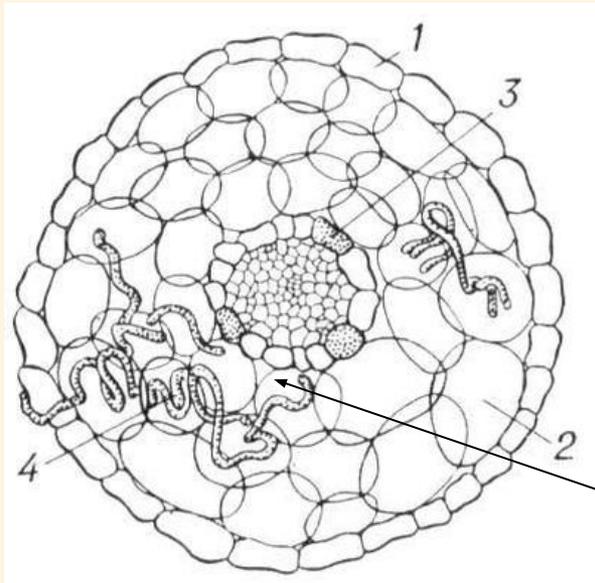
Хищные грибы в качестве дополнительного
питания используют органические
вещества убитых ими почвенных животных
(зигомицеты, порядок *Zoopagales*),



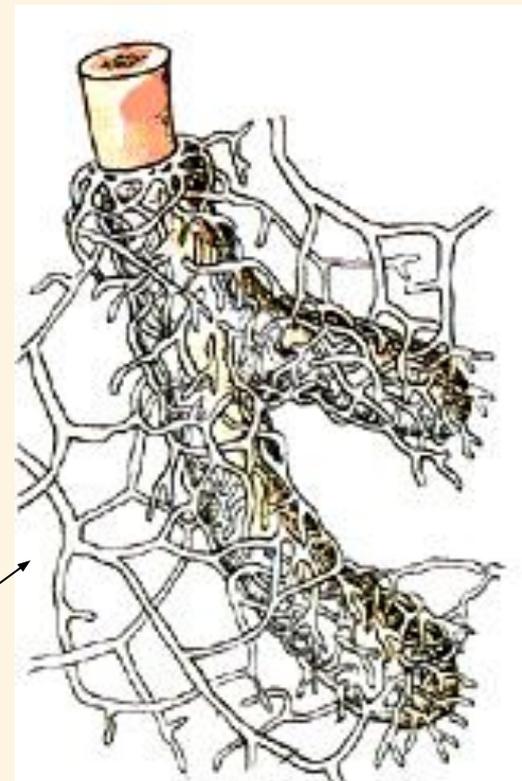


Грибы могут вступать в мутуалистический симбиоз с растениями

Микориза – симбиоз гриба и высшего растения



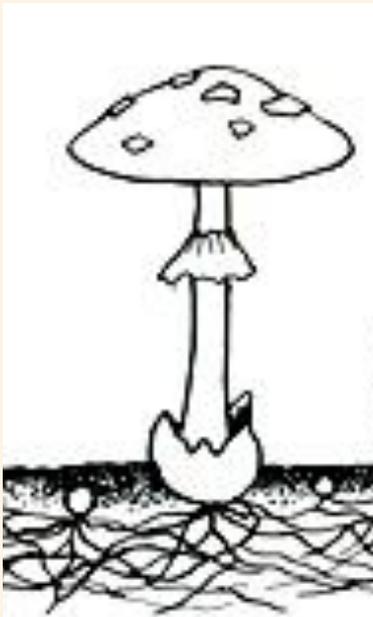
внутри корня - эндотрофная



Гифы гриба

снаружи корня -
эктотрофная

Обмен веществами при микоризе



Неорганич. в-ва



Органич. в-ва –
продукты
фотосинтеза



Кроме помощи в обмене веществ, симбиотический гриб с помощью антибиотиков защищает корни растения от бактерий и паразитических видов грибов

Съедобные шляпочные грибы, **не образующие микоризу**, могут культивироваться человеком



Вешенка



Шампиньон

В помощи грибов нуждаются не только корни высших растений, но и некоторые семена – орхидеи не могут прорасти без их участия

Симбиоз грибов с животными:

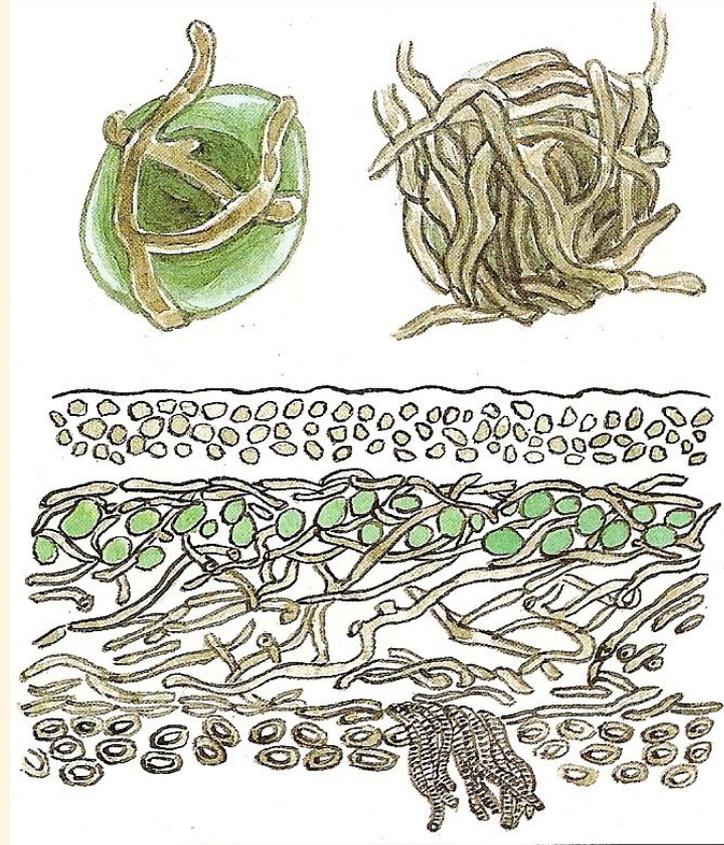


Муравьи-листорезы уже более 50 млн лет выращивают плантации грибов, расселяют их и защищают с помощью симбиотических бактерий

Грибы помогают:

- термитам и короедам – расщепляют лигнин;
- казарке и дрозофиле – разрыхляют плоды для питания их личинок

Лишайник – организм, образованный в результате симбиоза гриба с водорослями, либо цианобактериями



Тип питания лишайника – автогетеротрофный (симбиотрофный)

Роль грибов в

природе

Важнейшая роль грибов – участие в разложении мертвых организмов - редуцентов в разрушении тел погибших организмов, особенно растений – необходимо для почвообразования и круговорота веществ. Грибы способны расщеплять лигнин, хитин, кератин, целлюлозу, пектин и другие

органические вещества

Помощь грибов, образующих микоризу, необходима для роста и развития большинства растений

Грибы участвуют в формировании лишайников, помогают жизнедеятельности многих животных, с которыми вступают в симбиоз

Грибы являются пищей и источником витаминов для многих животных

Патогенные грибы влияют на скорость и направление эволюции своих жертв

Роль грибов в жизни человека

1. Использование в пищу грибов и продуктов их жизнедеятельности:

- хлебные и пивные дрожжи – для изготовления мучных изделий, пива;
- некоторые плесневые грибы – изготовление сыра;
- получение антибиотиков;

**Грибы, плодовые тела которых
съедобны** (в России
таких грибов более 200 видов)



Подберезовик
Подосиновик
Опята летние
Белый
Масленок

Несъедобные грибы



Ложный белый или сатанинский
(на разломе шляпка краснеет)



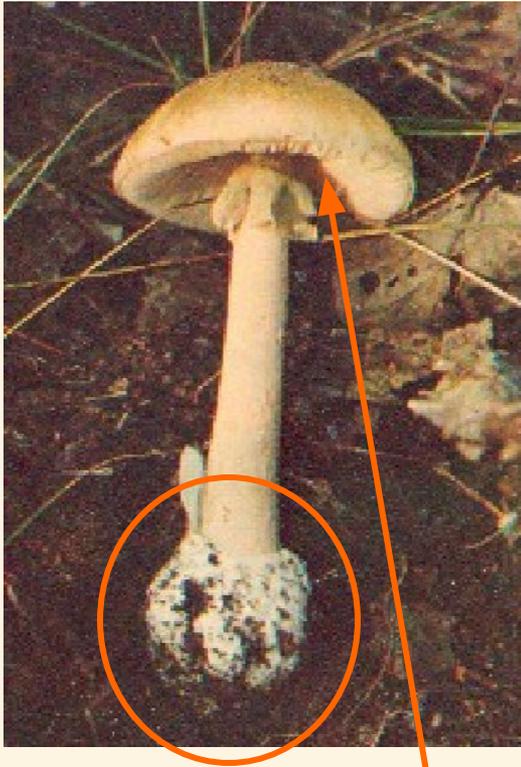
Ложные лисички – на разломе белый сок



Ложные опята (нет пленки на
ножке)

Ядовитые грибы

Бледная поганка – в двух плодовых телах среднего размера содержится смертельная доза аманитина (блокирует РНК-полимеразу)

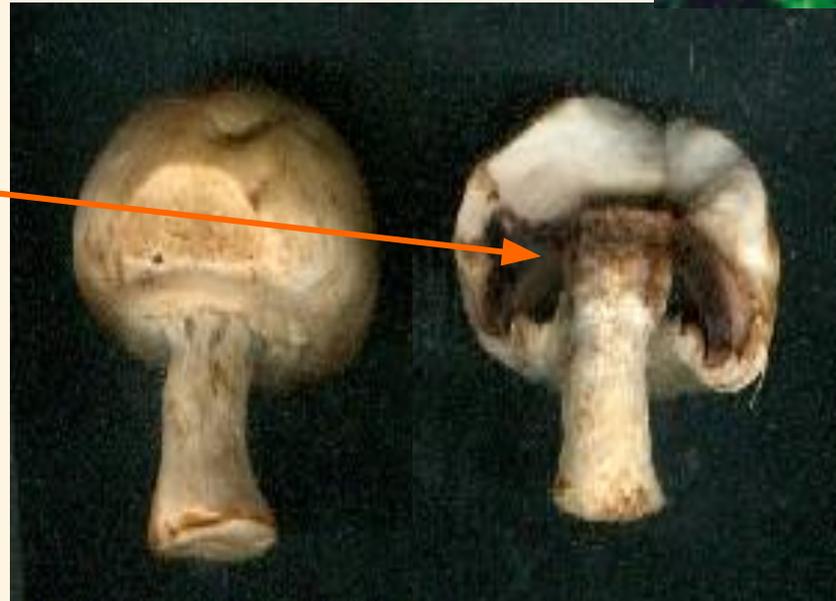


Цвет

Не путать бледную поганку с сыроежкой и шампиньоном (справа)!



Мухомор



Грибы создают в жизни человека некоторые проблемы:

- сельскохозяйственные растения страдают от головни, спорыньи, ржавчины, парши, фитофторы, мучнистой росы
- домашние животные и сам человек может страдать от патогенных грибов, которые вызывают дерматомикозы, стригущий лишай, паршу, кандидоз, молочницу
- от деятельности сапротрофных грибов могут приходиться в негодность запасы продуктов, могут разрушаться книги и деревянные конструкции



С грибами, которые создают перечисленные проблемы, человек борется с помощью различных **фунгицидов**, а также создает сорта растений, устойчивые к фитопатогенам

