

Размножение и жизненные циклы грибов

**Грибы размножаются
вегетативным, бесполом и
половым путями. Общее –
всегда образуются споры.**

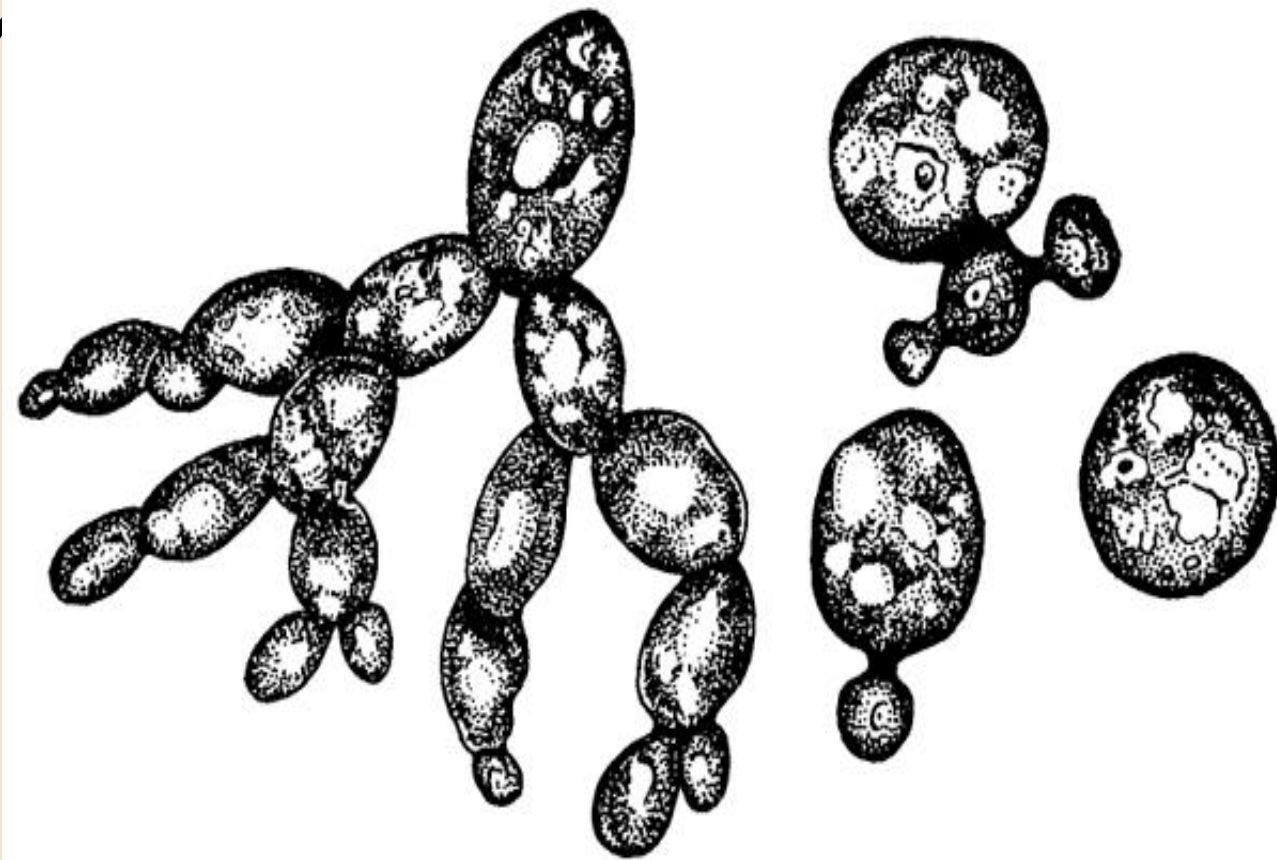
Формы вегетативного размножения

- **Фрагментация** – отделение от основной массы мицелия отдельных клеток или мицелия.

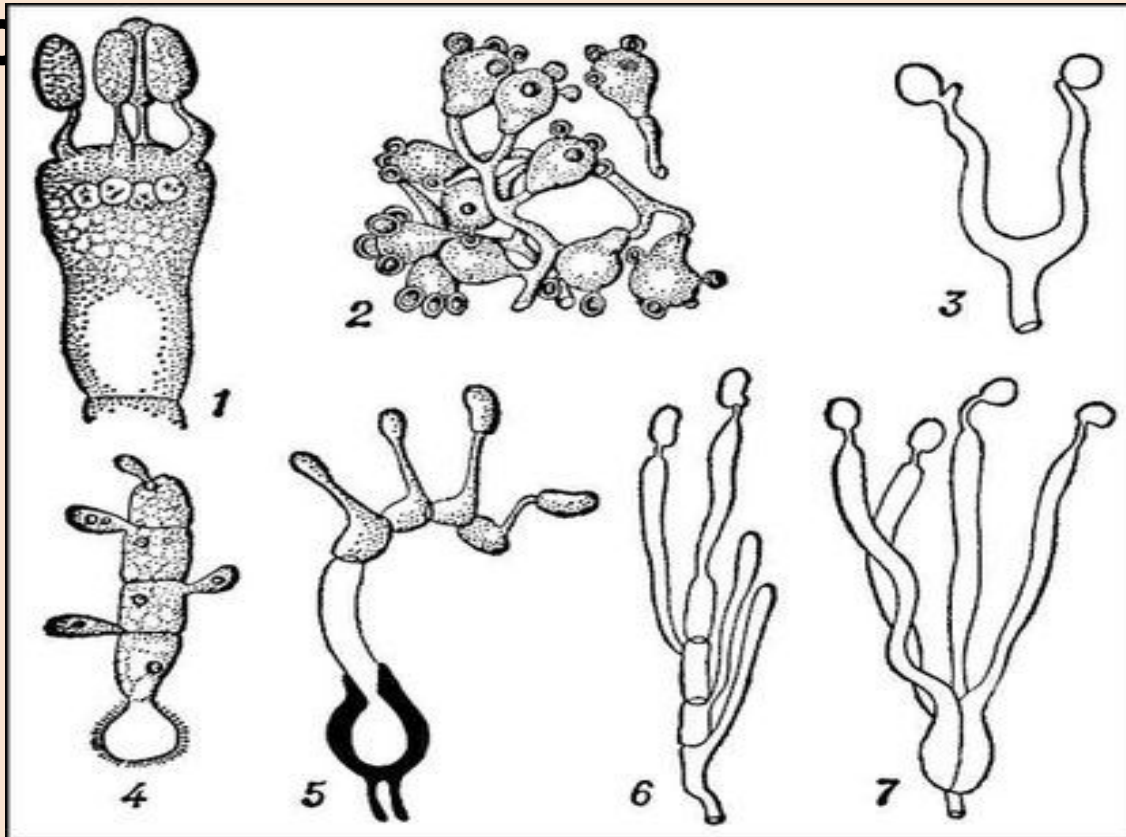
На клетках мицелия образуются выросты (почки), которые отделяются от материнской клетки или сохраняют с ней связь, принимая вид цепочек (псевдомицелий).

**Особенно
характерно для
грибов**

**почкование
дрожжевых**

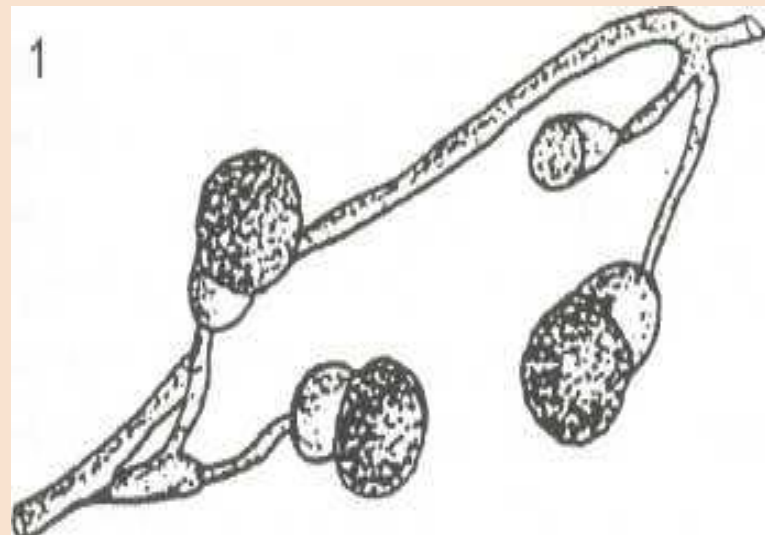
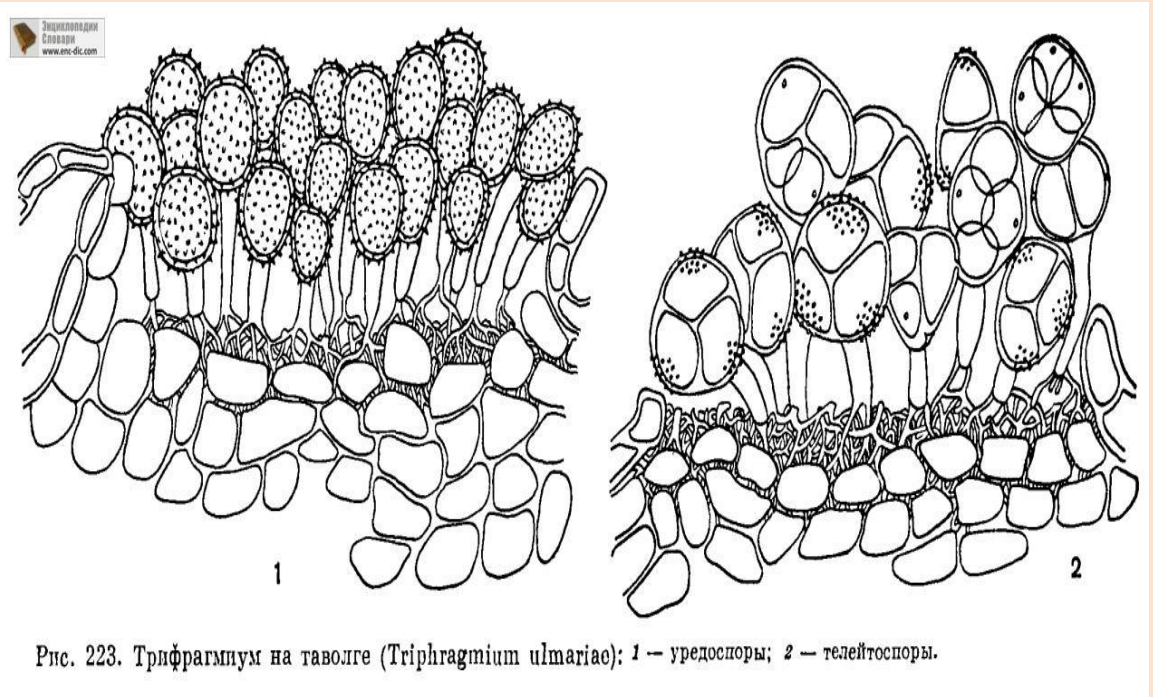


Почкование может быть и у представителей других групп (например, почкование аскоспор у сумчатых грибов и базидиоспор у голо...



- **Артроспорами или оидиями** – образуются в результате распада гиф на отдельные клетки, покрытые тонкой оболочкой (например, эцидио- и уредоспоры у ржавчинных грибов)
- **Хламидоспорами** – образуются как и артроспоры, но имеют более толстую, темноокрашенную оболочку. Служат для перенесения неблагоприятных условий и прорастают чаще всего мицелием.

1. Артроспоры (оидии) уредоспоры ржавчинных грибов;
2. Хламидоспоры телейтоспоры ржавчинных грибов
3. Хламидоспоры



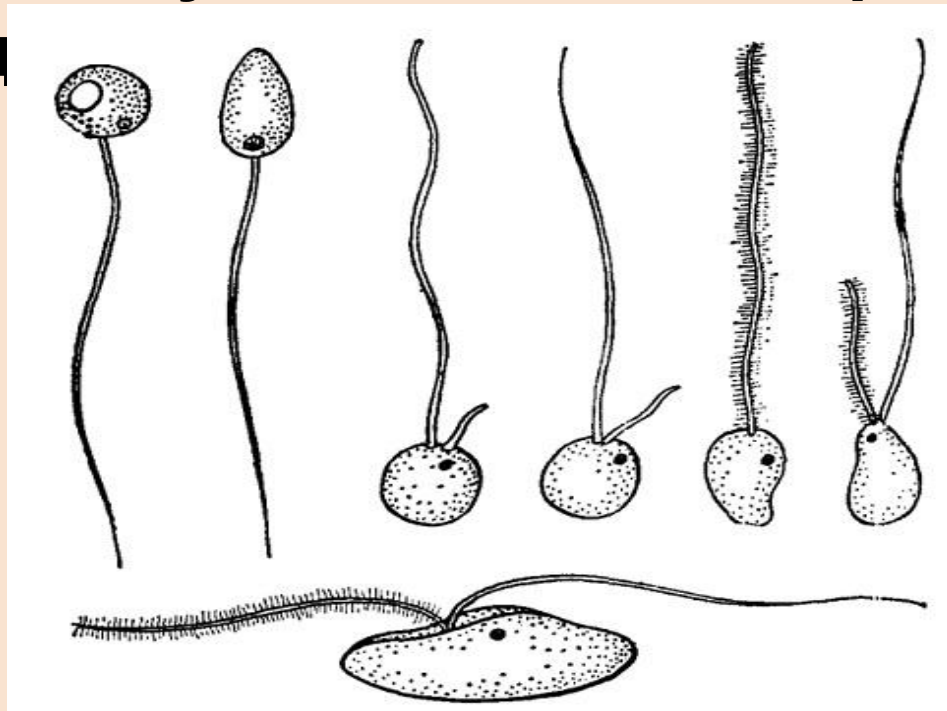
Формы бесполого размножения

**Бесполое размножение -
размножение при помощи спор
азиготического происхождения.**

Может осуществляться:

- При помощи **зооспор** – голых
монадных клеток. Зооспоры
образуются у небольшого числа
грибов, водных или наземных, но у
которых отчетливо видны
генетические связи с водными.

Зооспоры могут иметь один бичевидный жгутик, направленный назад, или два жгута – передний перистый, задний- гладкий. Перистый с двумя рядами мастигонем. Реже могут быть зооспоры с одним перед



Прикрепление жгутиков или апикальное, или латеральное (если жгутов два). Количество и строение зооспор – признак таксономический, характеризует отделы грибов.

В отделе Chytridiomycota зооспоры имеют один бичевидный жгутик.

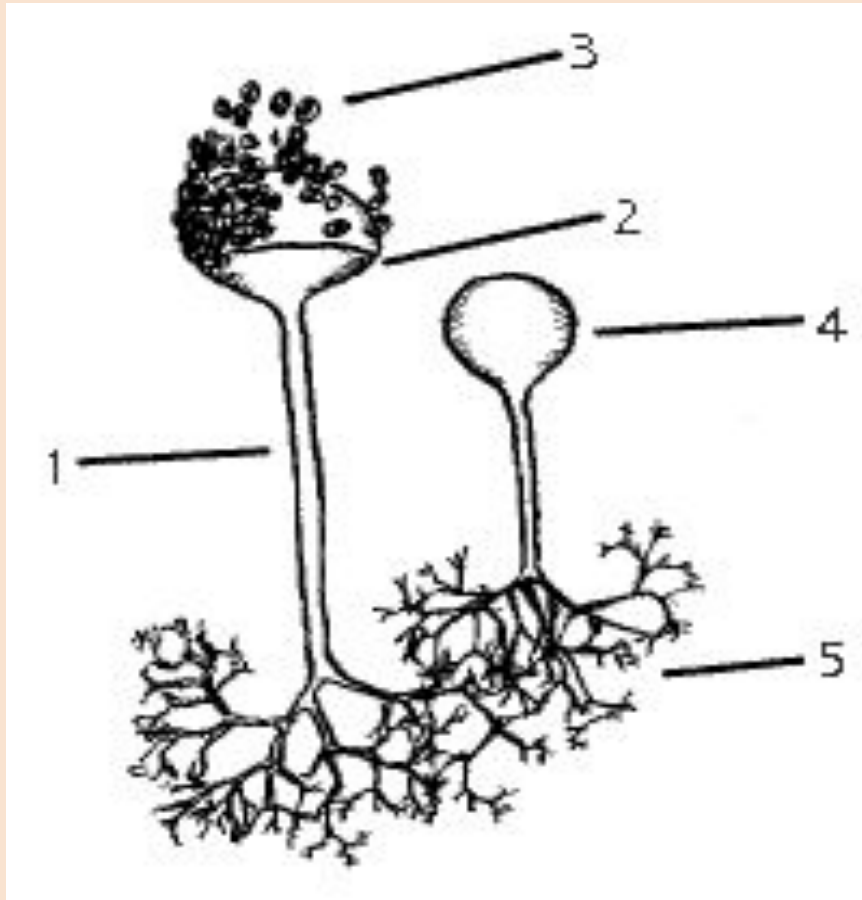
В отделе Oomycota – зооспоры с двумя жгутиками, передний жгутик – с мастигонемами.

Развиваются зооспоры в зооспорангиях.

- **Спорангиоспоры** – споры, формирующиеся **эндогенно** в спорангиях, которые находятся на особых гифах – **спорангионосцах**.

Эндогенные спорангиоспоры освобождаются только после разрушения спорангия, что происходит обычно при его намокании.

Спорангиоспоры в порядке Mucorales (Zygomycota)



Обычно в спорангиях формируется большое количество спор (тысячи), но некоторые виды образуют мелкие спорангии, в которых лишь несколько спор или только одна – спорангиоли (например, у *Thamnidium*, *Chaetocladium*).

Образование спорангиоспор характерно для зигомицетов.

- **Конидиоспоры (конидии) – неподвижные споры, пассивно переносимые токами воздуха, каплями дождя и т.п. Они образуются экзогенно на конидиеносцах. Последние представляют собой недифференцированные гифы или специальные выросты разной формы (булавовидные, древовидно-разветвленные и пр.)**

F

Конидии

Фиалиды

Метулы

а)

Конидиеносцы

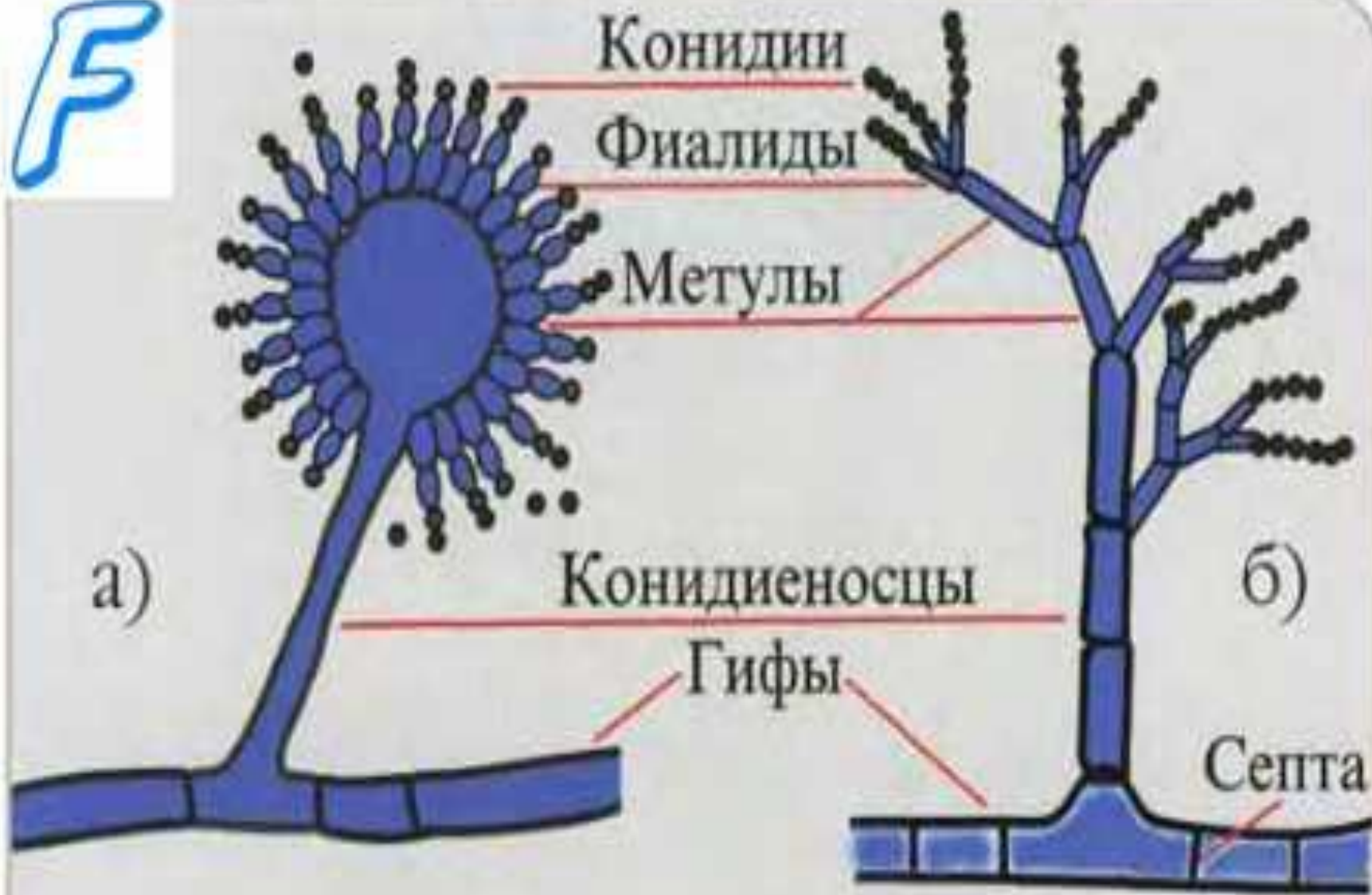
Гифы

б)

Септа

Aspergillus

Penicillium



Конидии могут быть бесцветными, темноокрашенными, одноклеточными с перегородками, многоядерными. Конидии могут быть бесцветными, темноокрашенными, одноклеточными с перегородками, многоядерными.

У многих видов конидиеносцы расположены группами, защищенными специальными сплетениями гиф мицелия (ложа, пикниды). Конидии образуются у большинства высших грибов, несовершенные грибы размножаются только конидиями

Типы конидиальных спороношений

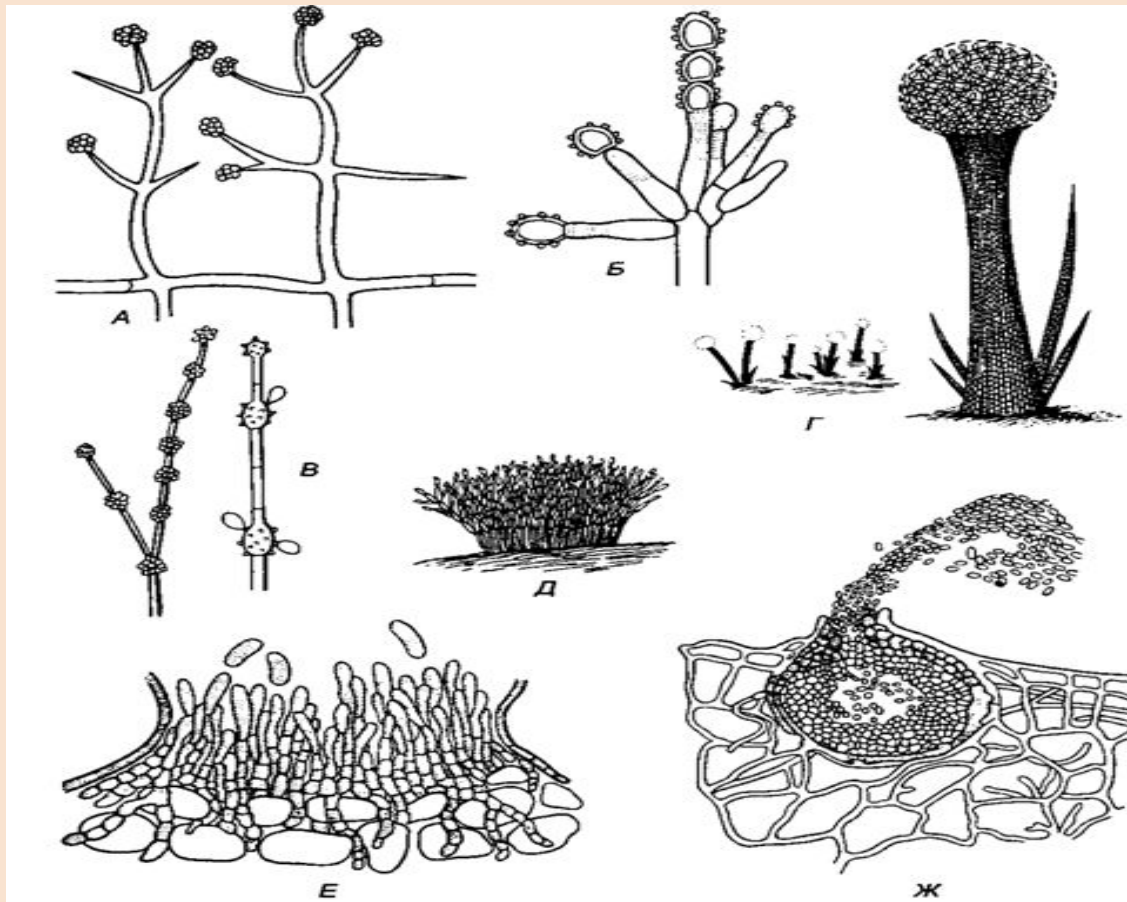
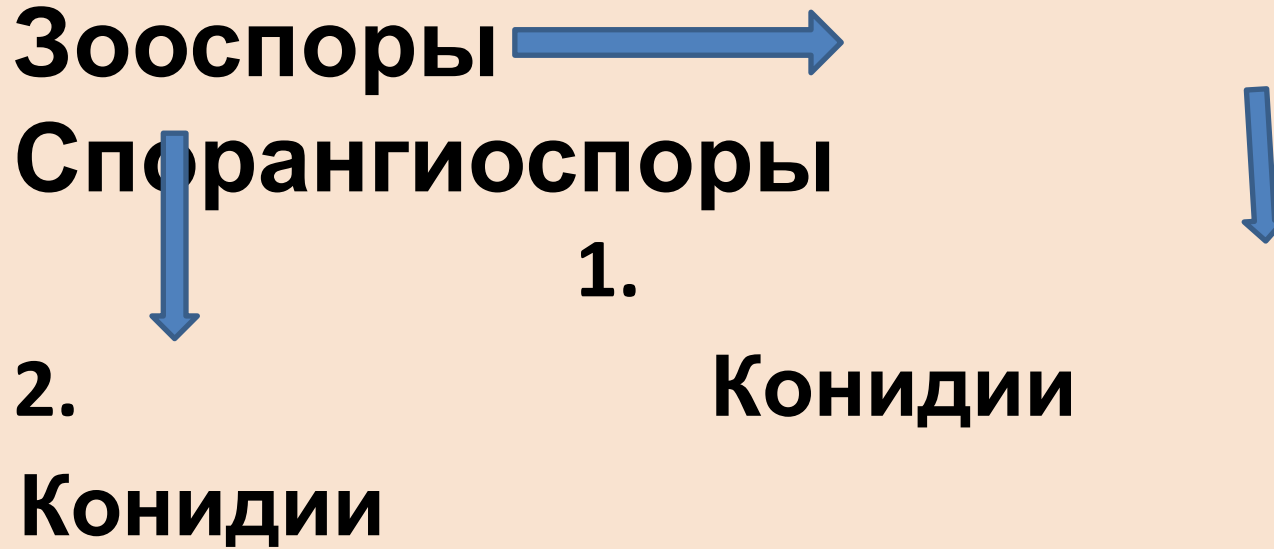


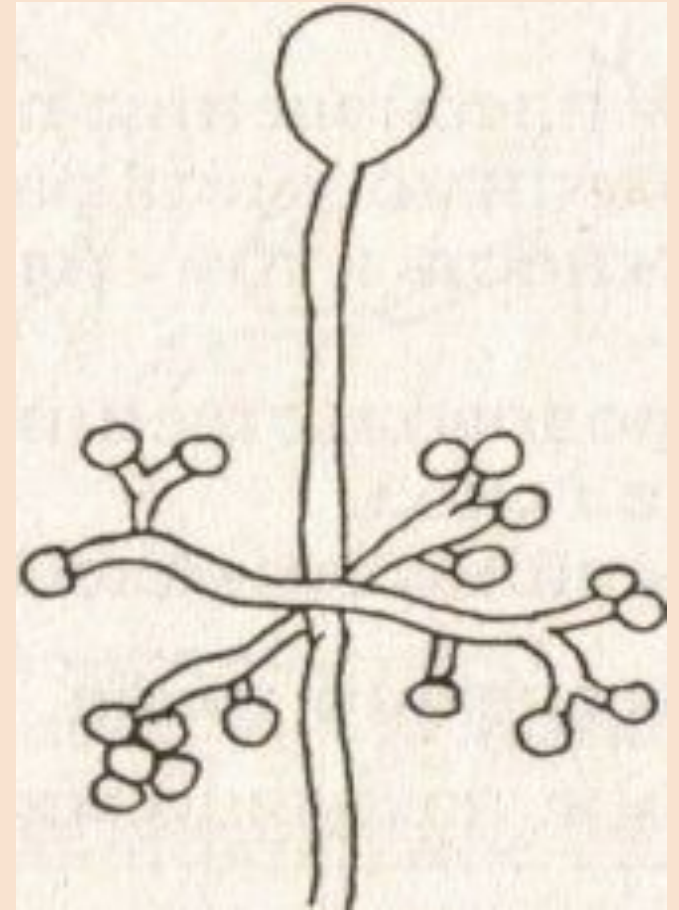
Рис. 328. Типы конидиальных спороношений.
А—В — одиночные конидиеносцы; Г — коремия; Д — спородохия; Е — ложе; Ж — пикнида

Эволюция бесполого размножения у грибов

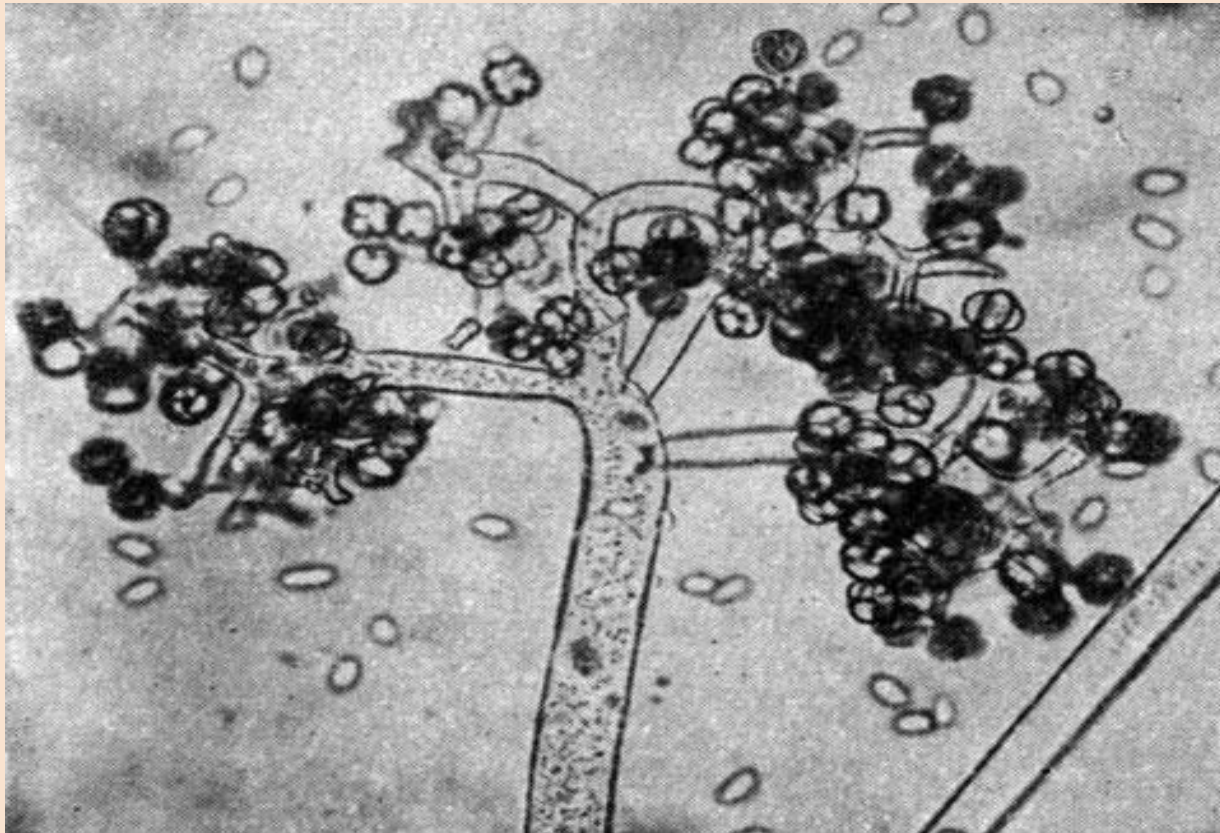


1. Можно проследить в порядке Mucorales роды Thamnidium и Chaetocladium. Виды первого рода развиваются на конском навозе. На конце длинного спорангионосца несут крупный многоспоровый спорангий, а на концах боковых ответвлений спорангионосца сидят мелкие спорангиоли с 4-10 спорами, число которых может уменьшаться до 1.

Конидиальное спороношение у *Tamnidium elegans*



У рода Chaetocladium образуются только спорангиоли с 1 спорой, то есть по существу конидии.



2. Роды *Phytium* и *Phytophthora* .

У рода *Phytium* зооспорангии распространяются ветром (как конидии), но прорастают как зооспорангии (вскрываются):

Phytium deborianum:

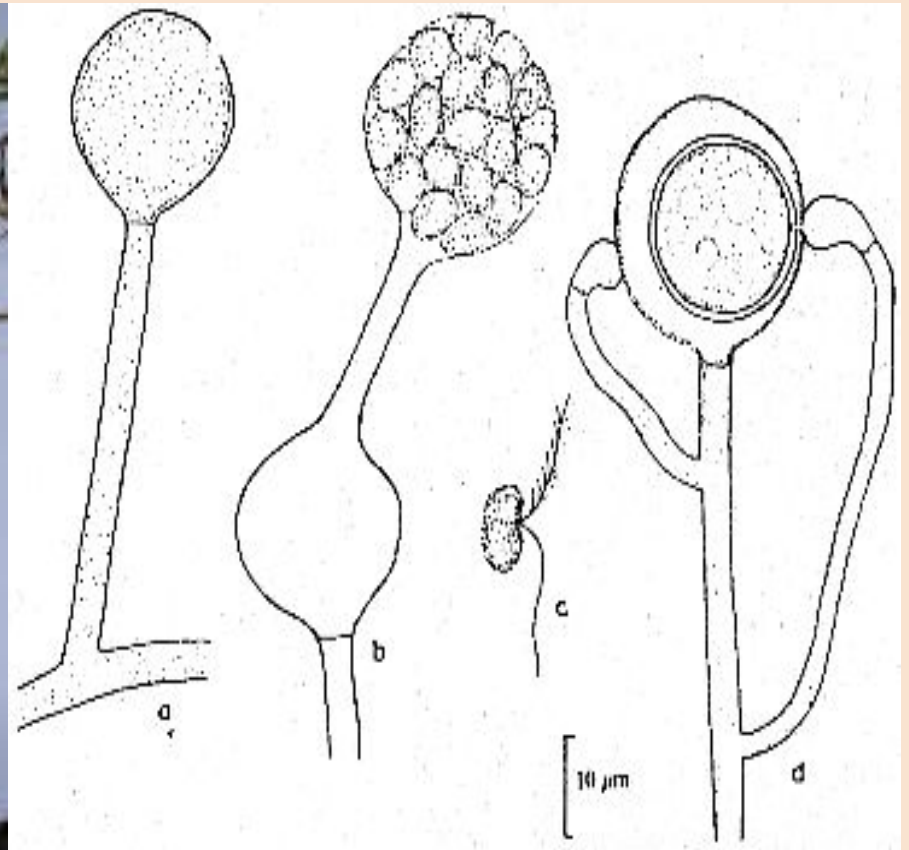
а) пораженное растение

а



б) зооспорангий

б



У фитофторы зооспорангии и распространяются как конидии и в сухую погоду прорастают как конидии (мицелием). Во влажную погоду они вскрываются и прорастают как зооспорангии:

Phytophthora infestans

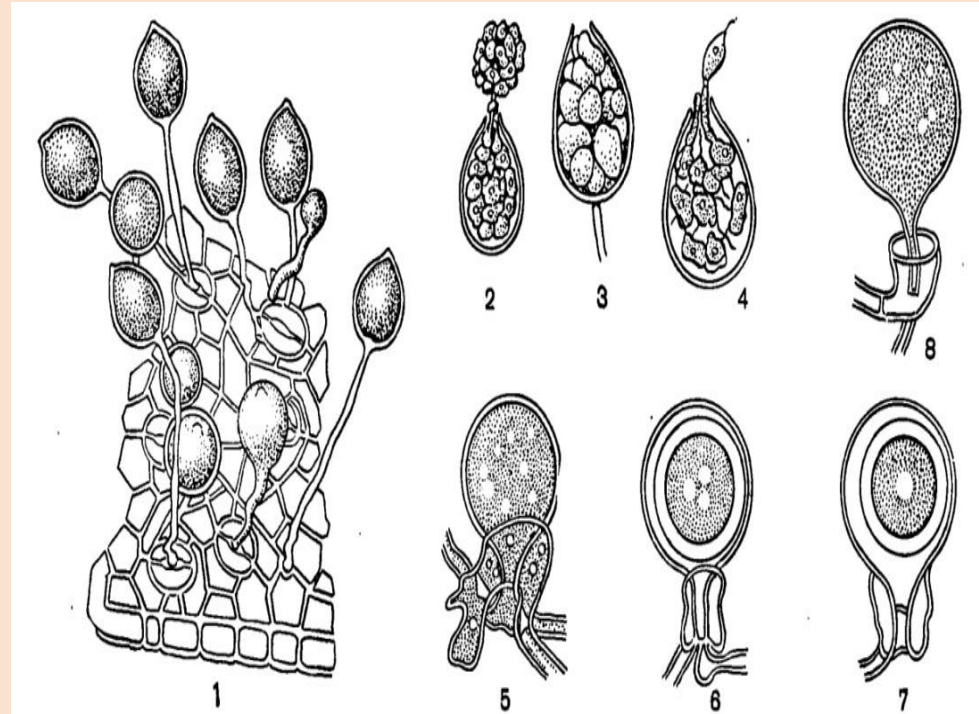


Рис. 31. Фитофтора (*Phytophthora parasitica*):

1 — спорангиеносцы со спорангиями, выходящими через устьица; 2—4 — прорастание зооспорангиев; 5—8 — стадии образования ооспор.

Анаморфа

-

специализированные структуры бесполого спороношения, образуемые без смены ядерных фаз, путем митотических делений.

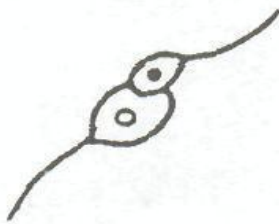

Некоторые авторы понимают под **анаморфой** любые генеративные структуры гриба, не относящиеся к половому размножению.

Половое размножение у грибов

Половое размножение – это размножение с участием полового процесса

Все разнообразие половых процессов у грибов может быть сведено к трем типам:

- Гаметогамия
- Гаметангиогамия
- Соматогамия

| | изогамия | гетерогамия | оогамия |
|-----------------|---|--|---|
| гаметогамия |  |  |  |
| гаметангиогамия |  |  |  |
| соматогамия |  |  | |

Гаметогамия – слияние половых клеток (гамет). Может проходить в форме изо-, гетеро- и оогамии (Chytridiomycota)



Оогамия (нетипичная) - Oomycota

Оомицеты не имеют мужских гамет, а яйцеклетки в оогонии лишены клеточной стенки.

Оогоний содержит несколько или одну яйцеклетку, содержимое антеридия не дифференцировано на сперматозоиды. Специальные оплодотворяющие выросты антеридия (отроги) прикладываются к оболочке оогония и проникают в него через специальные поры. Таким путем ядро и часть цитоплазмы антеридия попадает в оогоний.

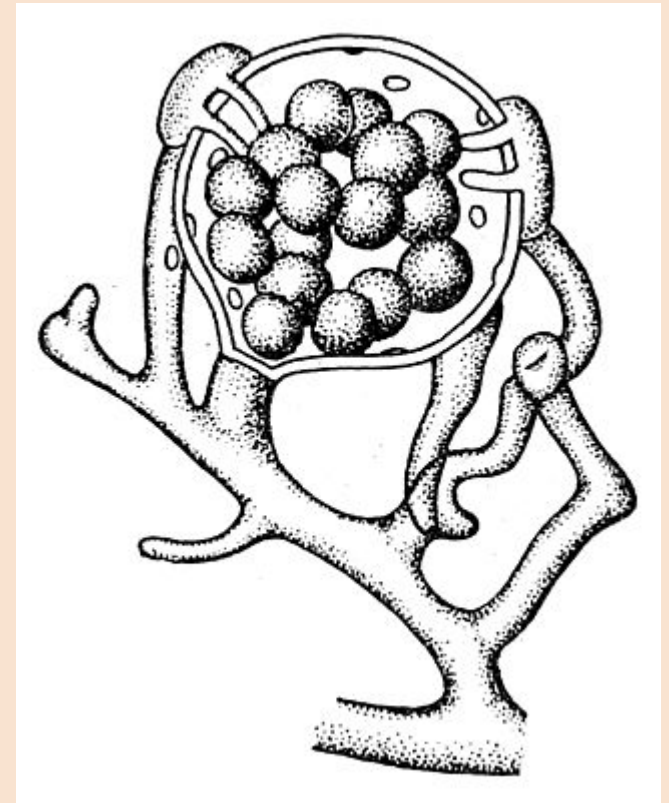
Один антеридий может дать несколько оплодотворяющих отрогов и оплодотворить несколько яйцеклеток. После оплодотворения зиготы покрываются толстой оболочкой и превращаются в ооспоры. В порядке Сапролегниевых, как правило, в каждом оогонии оплодотворяется несколько яйцеклеток, в порядке Пероноспоровые – одна.

Нетипичная оогамия у *Saprolegnia*



Рис. 43. Оомицеты:

1 — *Saprolegnia* (а — мицелий с зооспорангием; б — зооспоры; в — оогоний с несколькими яйцеклетками и антеридий); 2 — *Pythium*



Гаметангиогамия – слияние
специализированных
участков мицелия
(гаметангиев)
недифференцированных на
гаметы.

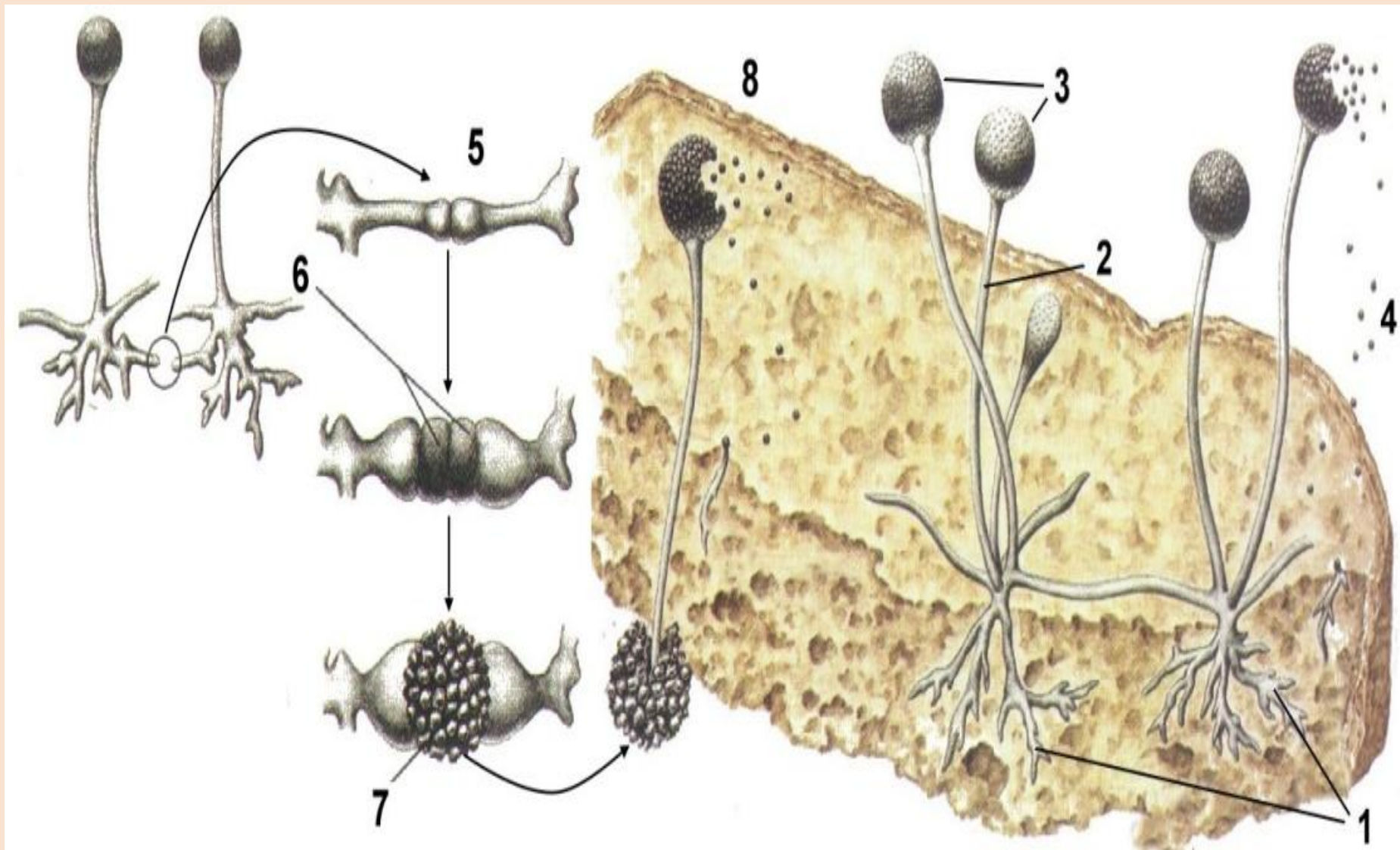
Может протекать в двух
формах: зигогамии и
аскогенеза

- **Зигогамия (Zygomycota)**

При зигогамии, на несептированном мицелии гриба обособляются многоядерные или одноядерные участки, условно называемые гаметангиями. Гаметангии соприкасаются оболочками, в месте соприкосновения оболочки растворяются, происходит **слияние плазм гаметангиев (плазмогамия) и ядер (кариогамия)**. На месте слияния формируется зигота, одетая толстой скульптурированной оболочкой – зигоспора.

При прорастании зигоспоры после периода покоя происходит редукционное деление ядер и из нее вырастает короткий спорангиеносец с зародышевым спорангием на конце. В отличие от обычных спорангиев бесполого размножения, в нем содержатся **генетически разнокачественные спорангиоспоры (половые).**

Зигогамия у Мисор (Zygomycota)



- **Аскогенез**

Форма гаметангиогамии, при которой происходит слияние двух гаметангиев – специализированных органов, не дифференцированных на гаметы.

Характерна для Ascomycota

У низших аскомицетов половой процесс осуществляется гаметангиями, которые представляют собой выросты или веточки мицелия (аналогично Zygomycota).

После их слияния происходит кариогамия (слияние ядер), мейоз и развитие сумки — полового споронесущего органа.

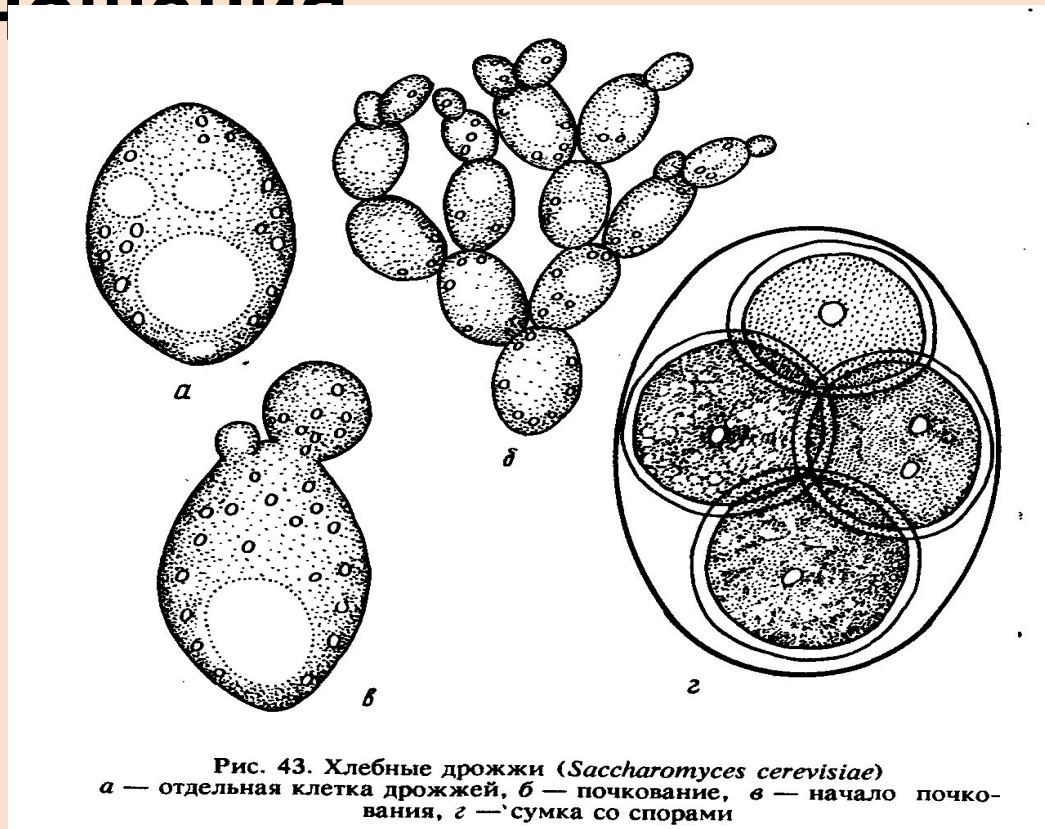
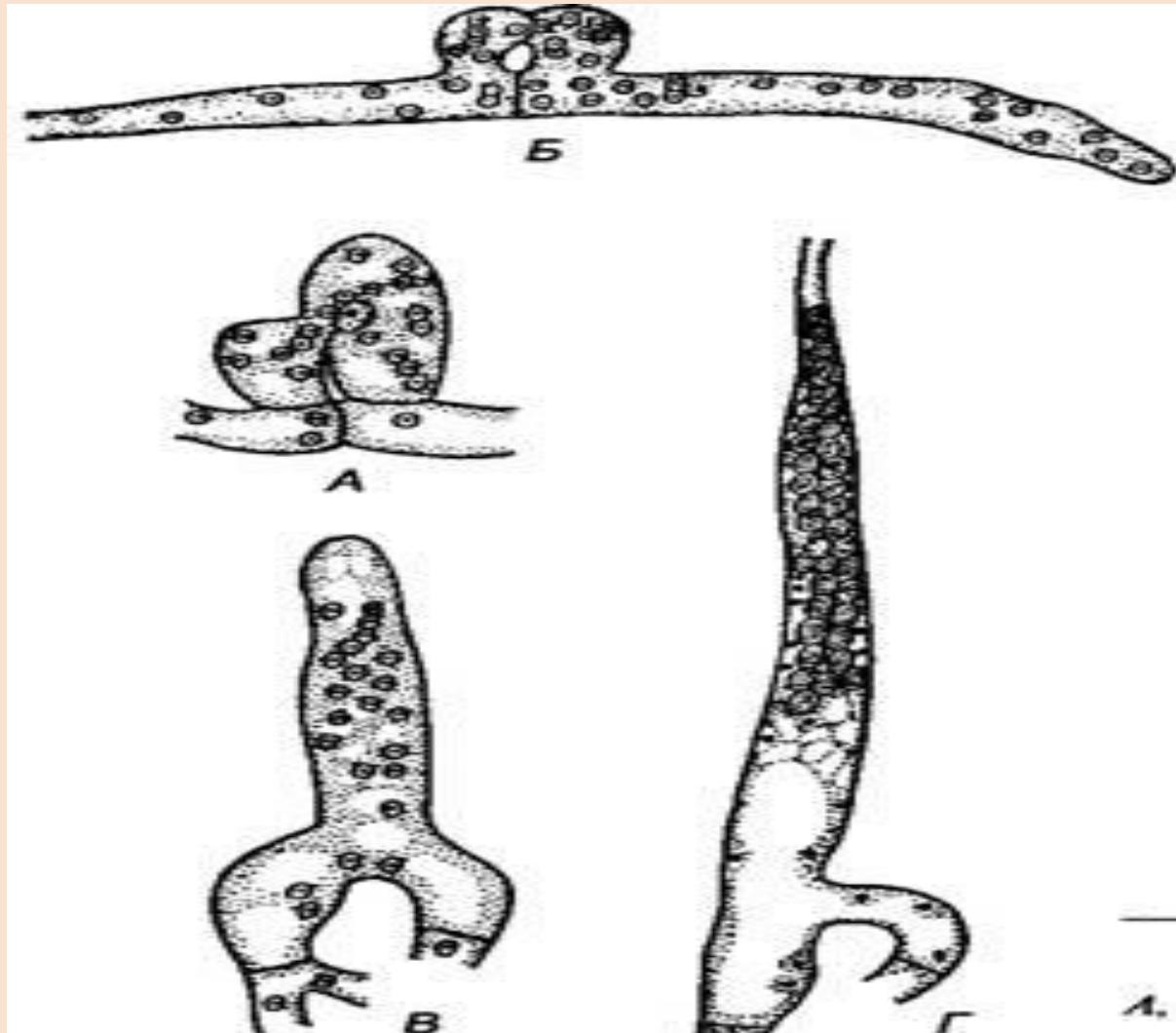


Рис. 43. Хлебные дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*)
а — отдельная клетка дрожжей, б — почкование, в — начало почкования, г — сумка со спорами

Аскогенез у *Dipodascus* (Ascomycota)



У высших аскомицетов половые органы дифференцированы. Женский половой орган – архикарп, мужской – антеридий.

Женский половой орган – архикарп – состоит из двух частей – аскогона и нитевидно вытянутой трихогины. Мужской гаметангий – антеридий – одноклеточный. Содержимое обоих гаметангиев не дифференцировано на гаметы и содержит плазмы и ядра.

Трихогина архикарпа проникает в антеридий содержащее антеридия по трихогине переходит в аскогон.

После плазмогамии гаплоидные ядра разного пола сразу не сливаются, а объединяются попарно, образуя дикарион. Из аскогона вырастают аскогенные гифы, в которых ядра дикариона синхронно делятся. Эти гифы ветвятся и разделяются септами на двухъядерные клетки.

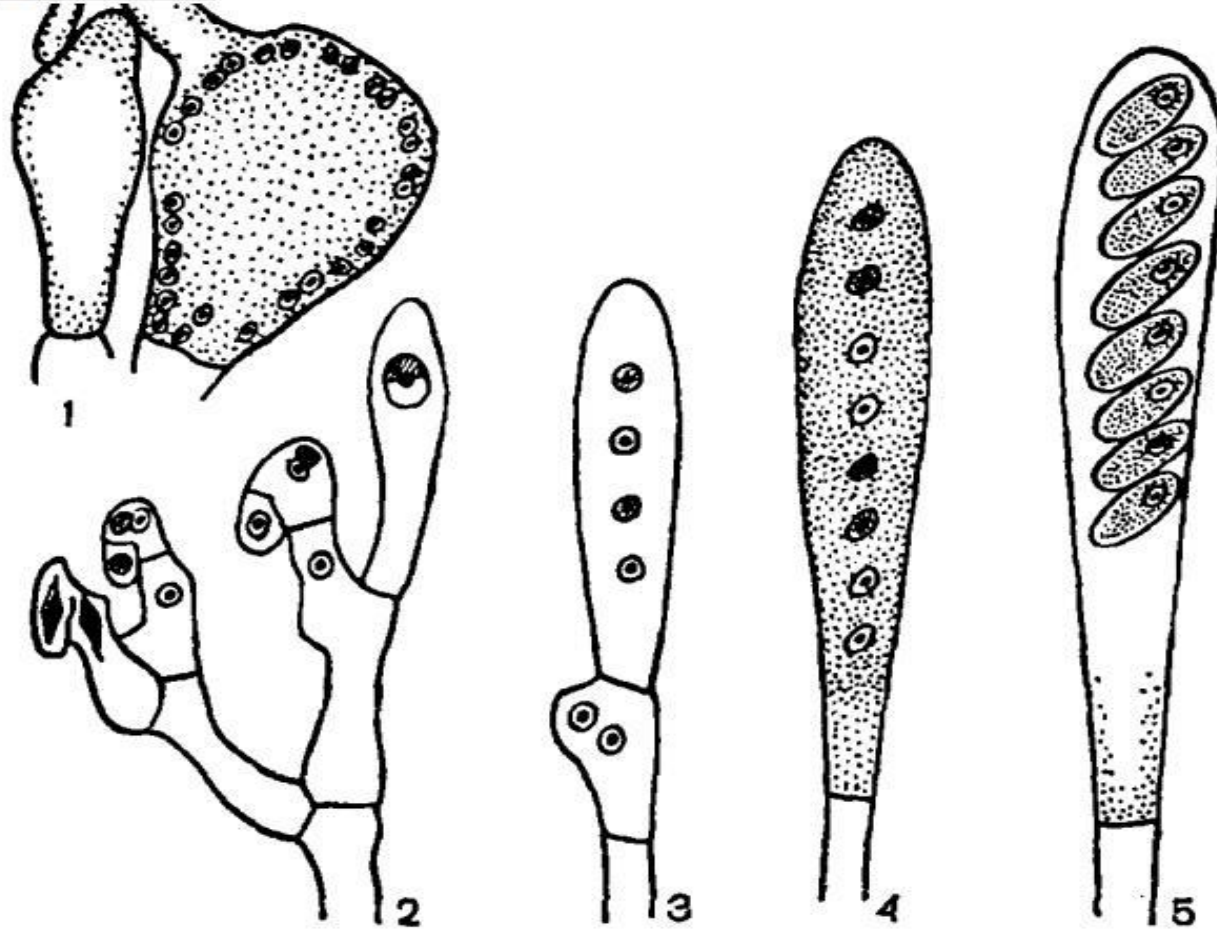


Рис. 50. Половой процесс и развитие сумок у аскомицетов:

1 — аскогон с трихогиной и антеридий; **2** — развитие сумок по способу крючка; **3** — молодая сумка после мейоза; **4** — молодая сумка с восемью гаплоидными ядрами; **5** — зрелая сумка с аскоспорами.

На аскогенных гифах развиваются сумки: в конечных клетках аскогенных гиф, расположенных в особом слое плодового тела (если оно есть) - гимении ядра дикариона сливаются, диплоидное ядро делится редукционно. Оболочка клетки (зиготы) становится оболочкой сумки. Затем следует митоз – образуется 8 половых спор – аскоспор.

Сумка(аск) – половой спорангий аскомицетов.

К моменту созревания аскоспор в цитоплазме сумки гликоген превращается в глюкозу, тургорное давление в сумке резко возрастает и аскоспоры с силой выбрасываются на расстояние от долей мм до 10 см и более.

Биологическое значение образования аскогенных гиф заключается в том, что резко увеличивается число сумок, развивающихся из одного аскогона.

- **Соматогамия**

Осуществляется путем слияния двух вегетативных (соматических) клеток гаплоидного мицелия.

Характерна для Basidiomycota.

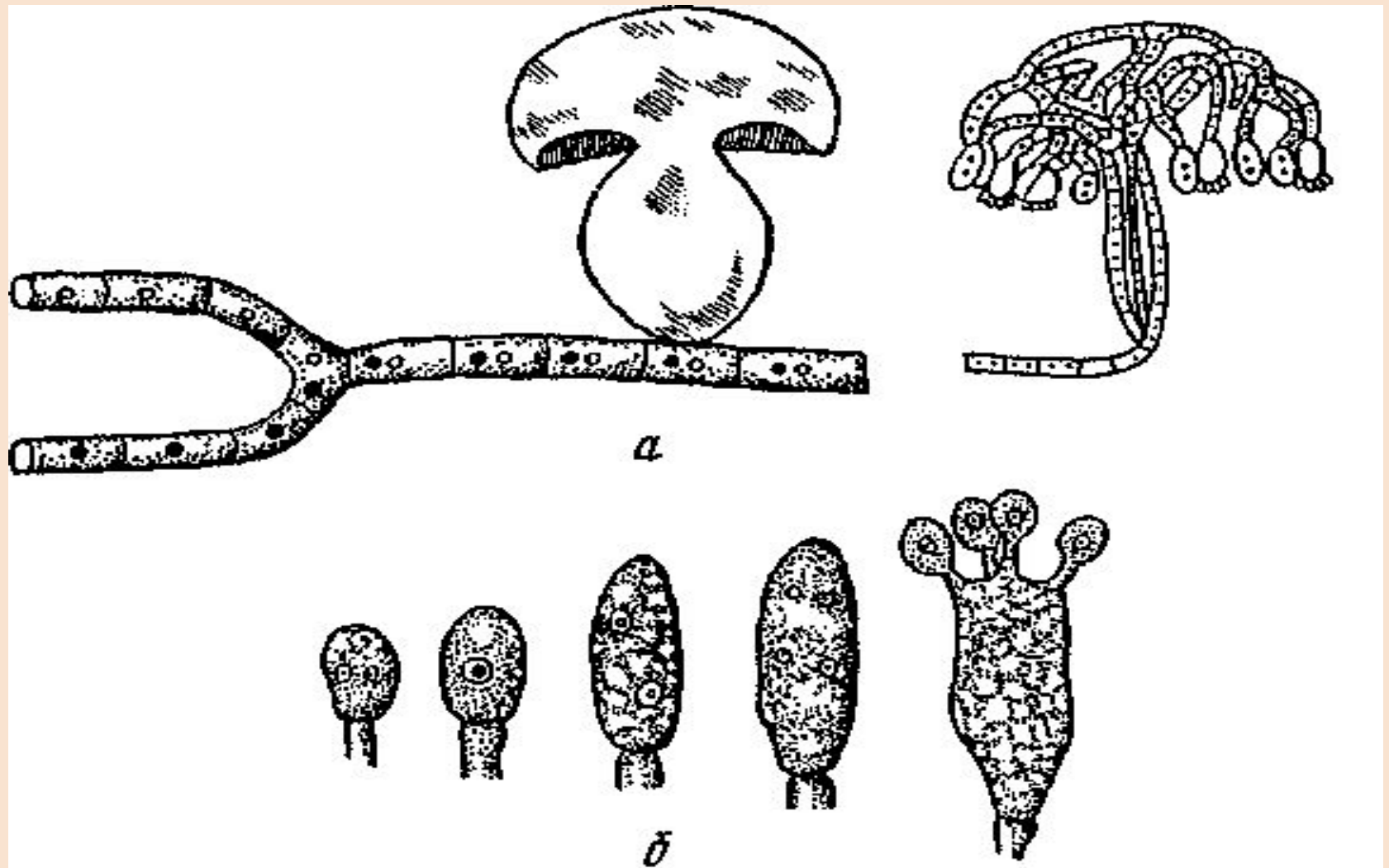
При соматогамии сливаются плазмы неспециализированных клеток гаплоидного мицелия (строгий гетероталлизм). Ядра не сливаются, а образуют дикарионы.

После слияния формируется дикариотический мицелий, который, в отличие от аскогенных гиф, обычно существует длительное время, часто многолетний и занимает нередко большие пространства.

В конечных клетках дикариотических гиф в особом слое плодового тела (гимении) завершается половой процесс: ядра дикариона сливаются, делятся редукционно и формируется базидия с четырьмя экзогенными базидиоспорами, в которые переходят гаплоидные ядра из базидии. Базидиоспоры располагаются на стеригмах.

Поскольку при этой форме полового процесса нет ни половых органов, ни половых клеток, для базидиомицетов характерен обычно строгий **гетероталлизм**, как биполярный, так и тетраполярный.

Соматогамия у Basidiomycota



И при аскогенезе и при соматогамии дикарионтизация мицелия может происходить путем переноса спермаций (особых оплодотворяющих элементов) на гаплоидный мицелий. Происходит так называемая сперматизация (напр., у ржавчинных грибов), или путем слияния базидиоспор (Головневые грибы), или продуктов их почкования (виды рода *Ustilago*).

Таким образом, эволюция половых процессов у грибов происходила от типичных форм гаметогамии к утрате половых органов и гамет, а в конечном итоге – к утрате полового процесса совсем.

Гетерокариозис и парасексуальный процесс

Гетерокариозис – это содержание в клетках

грибов **генетически различных ядер.**

Гифы

мицелия могут анастомозировать, ядра мигрировать из одной клетки в другую

увеличивая тем самым

гетерозиготность клеток. В процессе

развития гетерокариотического

мицелия число ядер того или иного

типа может варьировать в зависимости

от условий окружающей среды,

обеспечивая **адаптацию грибов к этим**

В некоторых случаях гетерокариозис может быть основой рекомбинации признаков. В этом случае происходит так называемая митотическая рекомбинация.

Генетически различные ядра, после миграции в другую клетку, могут попарно сливаться, образуя диплоидные ядра. Такие ядра нестабильны и могут гаплоидизироваться в результате утраты ими хромосом. Этот процесс был назван парасексуальным процессом (Дж. Пантекорво).

Гетерокариозис и парасексуальный процесс характерны для отдела **Несовершенных грибов** (Deuterimycota).

Телеоморфа - половая стадия в жизненном цикле гриба, спороношение, образуемое со сменой ядерных фаз, при слиянии ядер с последующими мейотическими делениями. При этом образуется **половой спорангий с половыми спорами.**

Жизненные циклы грибов

1. Бесполой цикл.

Характерен для огромной группы **несовершенных грибов**, **утративших половое размножение**. Деление их ядер исключительно митотическое, поэтому **плоидность ядер неизвестна**.

2. Гаплоидный цикл.

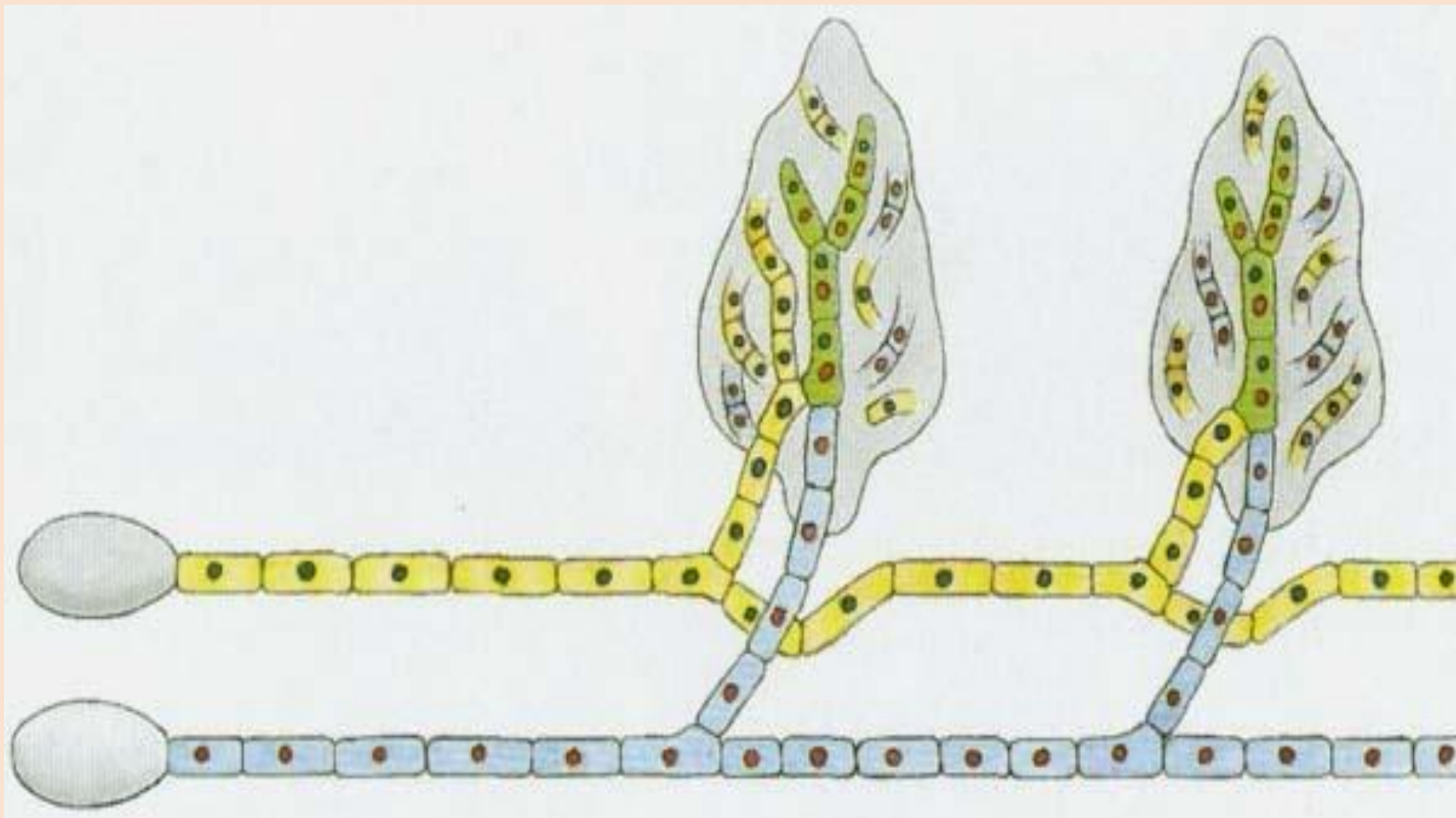
Ядра в вегетативном мицелии гаплоидные. Диплоидная зигота (обычно после периода покоя) делится мейотически (зиготическая редукция) – зигомицеты, многие хитридиомицеты.

3. Гаплоидный цикл с ограниченным дикарионом. Большинство аскомицетов.

Чередования поколений нет, есть чередование ядерных фаз.

Дикариотический мицелий недолговечен и представлен **аскогенными гифами**. **Вегетирующий мицелий гаплоиден**, диплоидна только **зигота**, которая без периода покоя делится мейотически (зиготическая редукция).

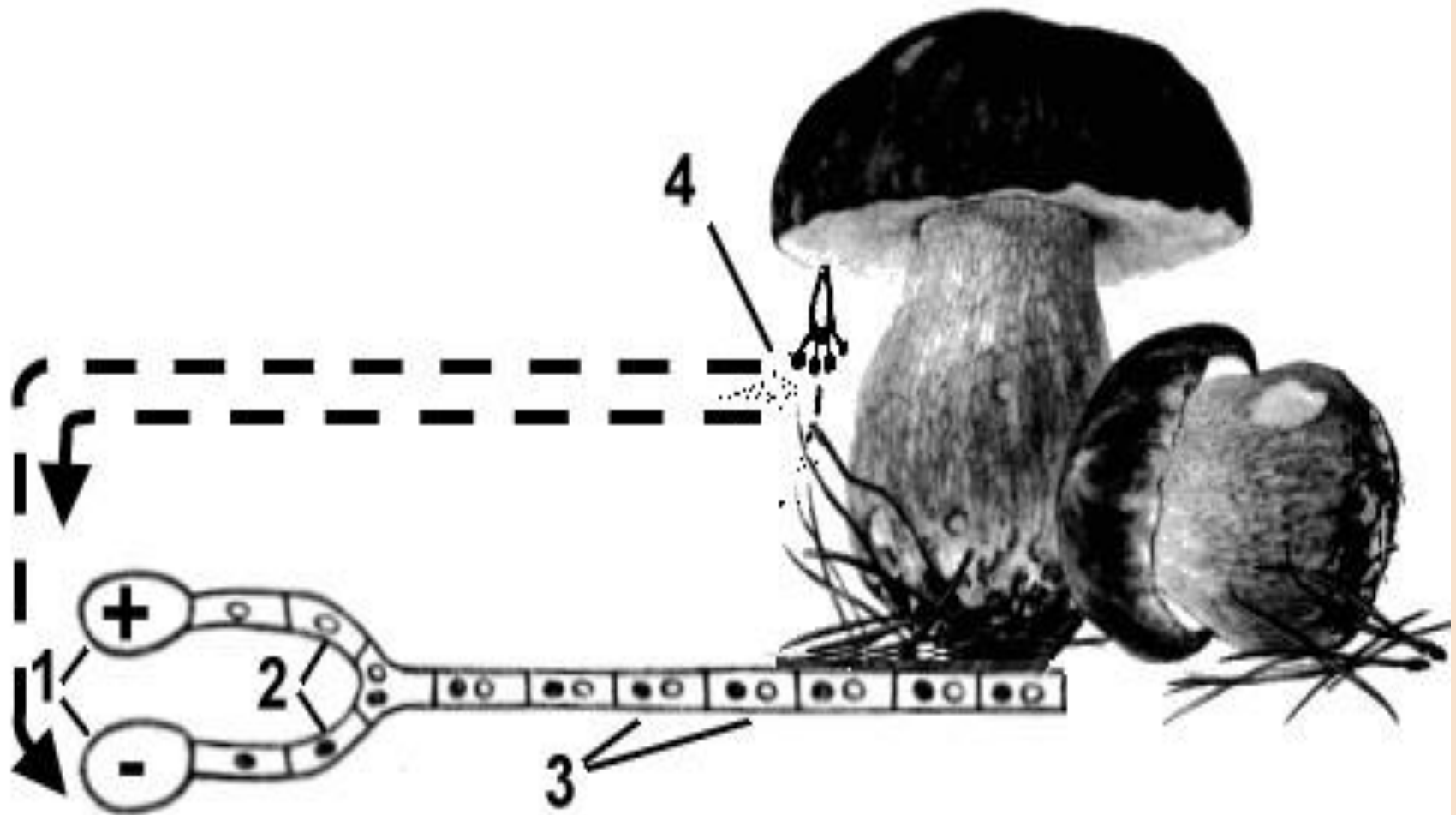
Жизненный цикл аскомицетов



4. Гаплоидно-дикариотический цикл . **Большинство базидиомицетов.**

Чередуются, как и в предыдущем цикле, гаплоидная, дикариотическая и диплоидная фазы, но их соотношение другое. Доминирует **дикариотическая фаза** – представлена **вегетирующим трофическим мицелием**, гаплоидная фаза – **базидиоспоры и мицелий**, развивающийся из них до **соматогамии**. **Диплоидна – зигота**, которая без периода покоя делится мейозом с образованием половых спор (базидиоспор).

Жизненный цикл базидиомицетов



5. Гапло-диплофазный жизненный цикл с чередованием поколений – редко, только у некоторых представителей порядка **Бластокладиевые (**Хитридиомикота**)**

6. Диплоидный цикл. **Вегетативное тело диплоидное, редукция гаметическая. Встречается у некоторых оомицетов (*Saprolegniales*) и некоторых сумчатых дрожжей (*Saccharomyces cerevisia*).**