

Размножение и жизненные циклы грибов

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

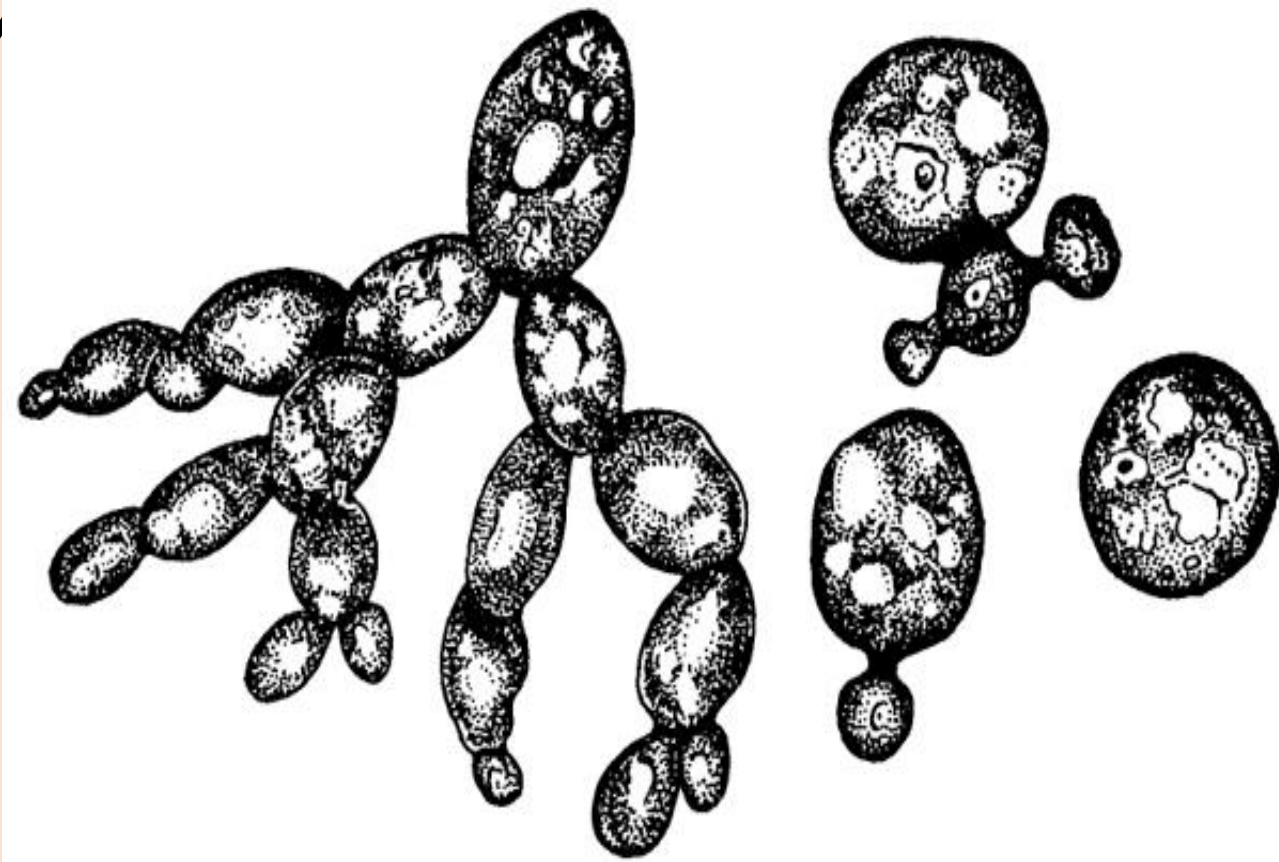
Формы вегетативного размножения

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

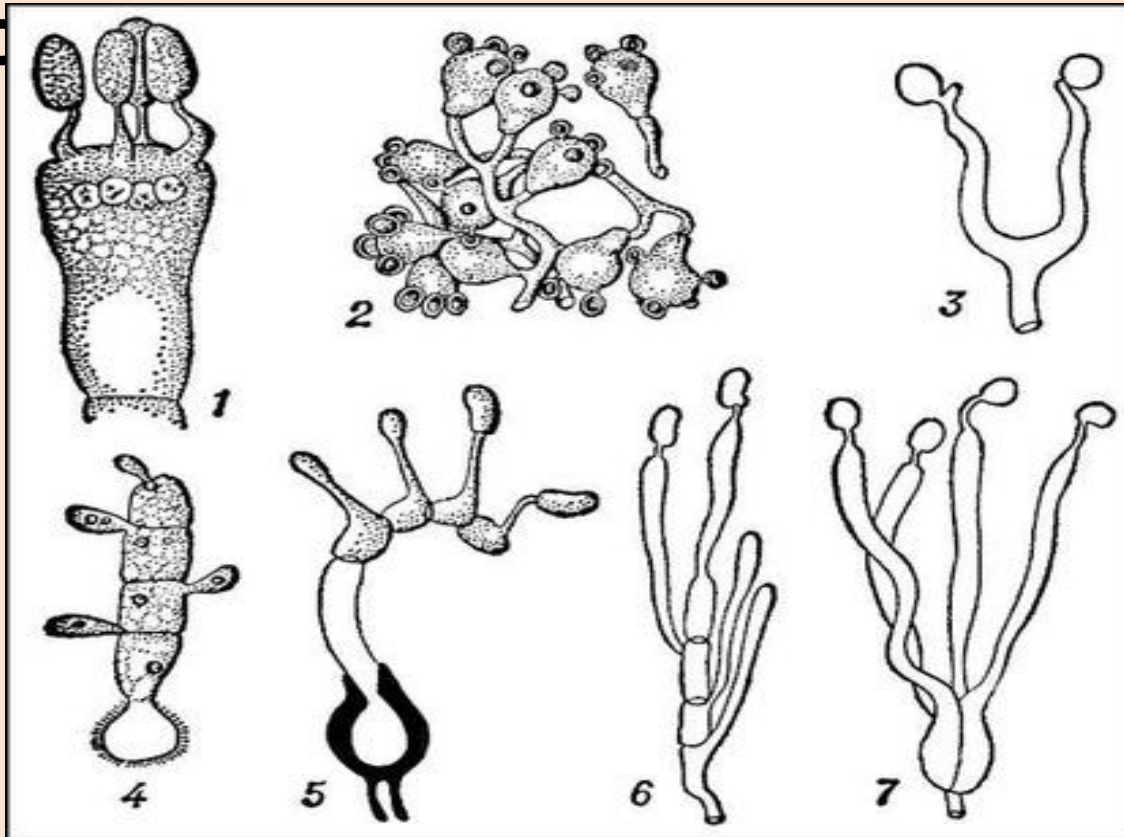
На клетках мицелия образуются выросты (почки), которые отделяются от материнской клетки или сохраняют с ней связь, принимая вид цепочек (псевдомицелий).

**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**

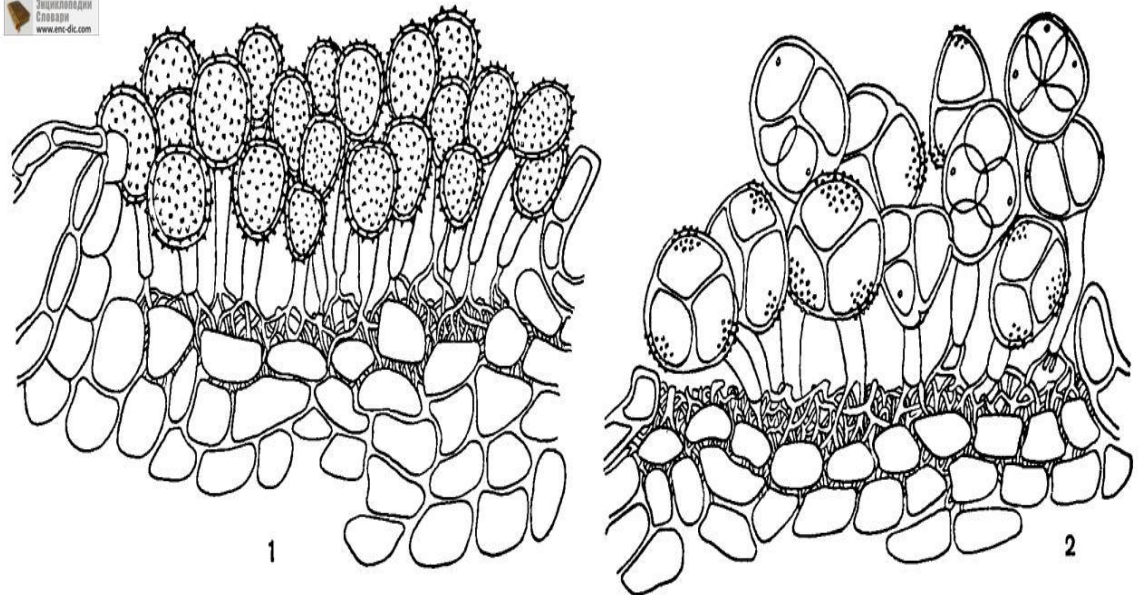
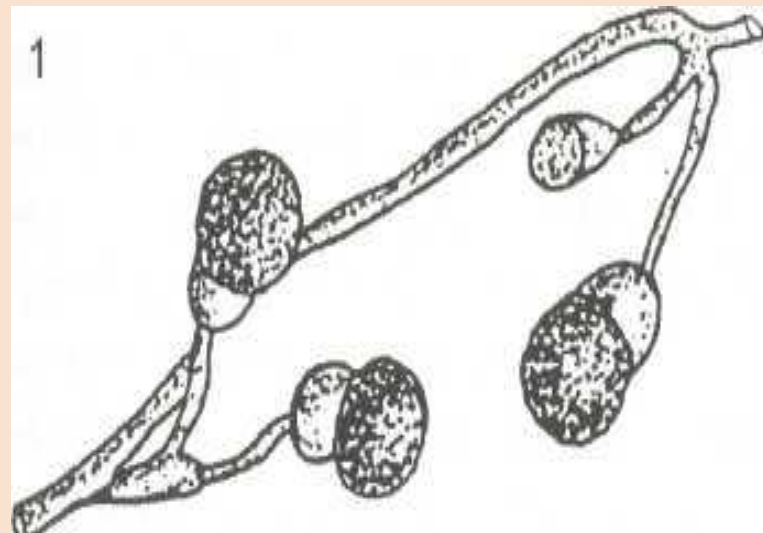


Рис. 223. Трифразмий на таволге (*Triphragmium ulmariae*): 1 — уредоспоры; 2 — телейтоспоры.



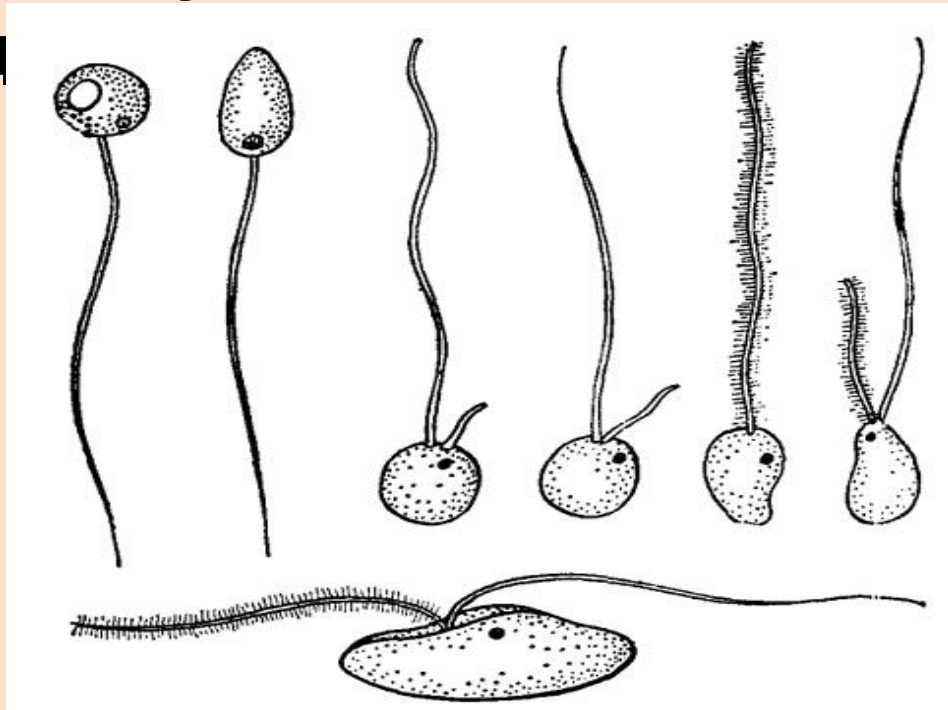
Формы бесполого размножения

**Бесполое размножение -
размножение при помощи спор
аизиготического 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.

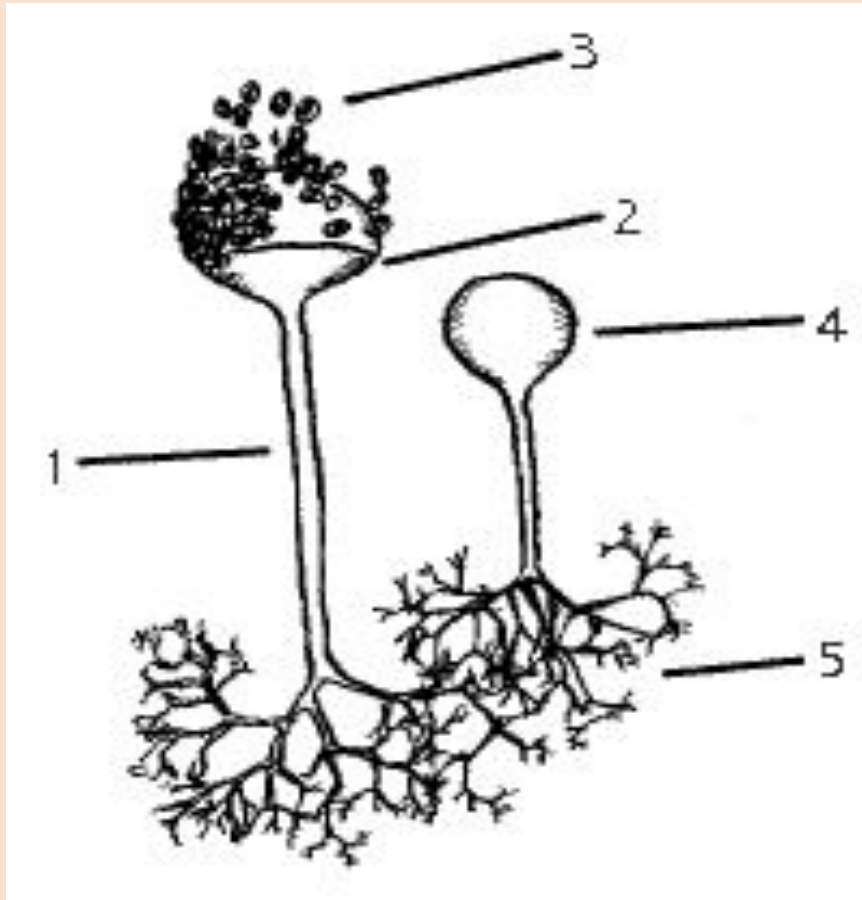
В отделе Oomycota – зооспоры с двумя жгутиками, передний жгутик – с мастигонемами.

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)

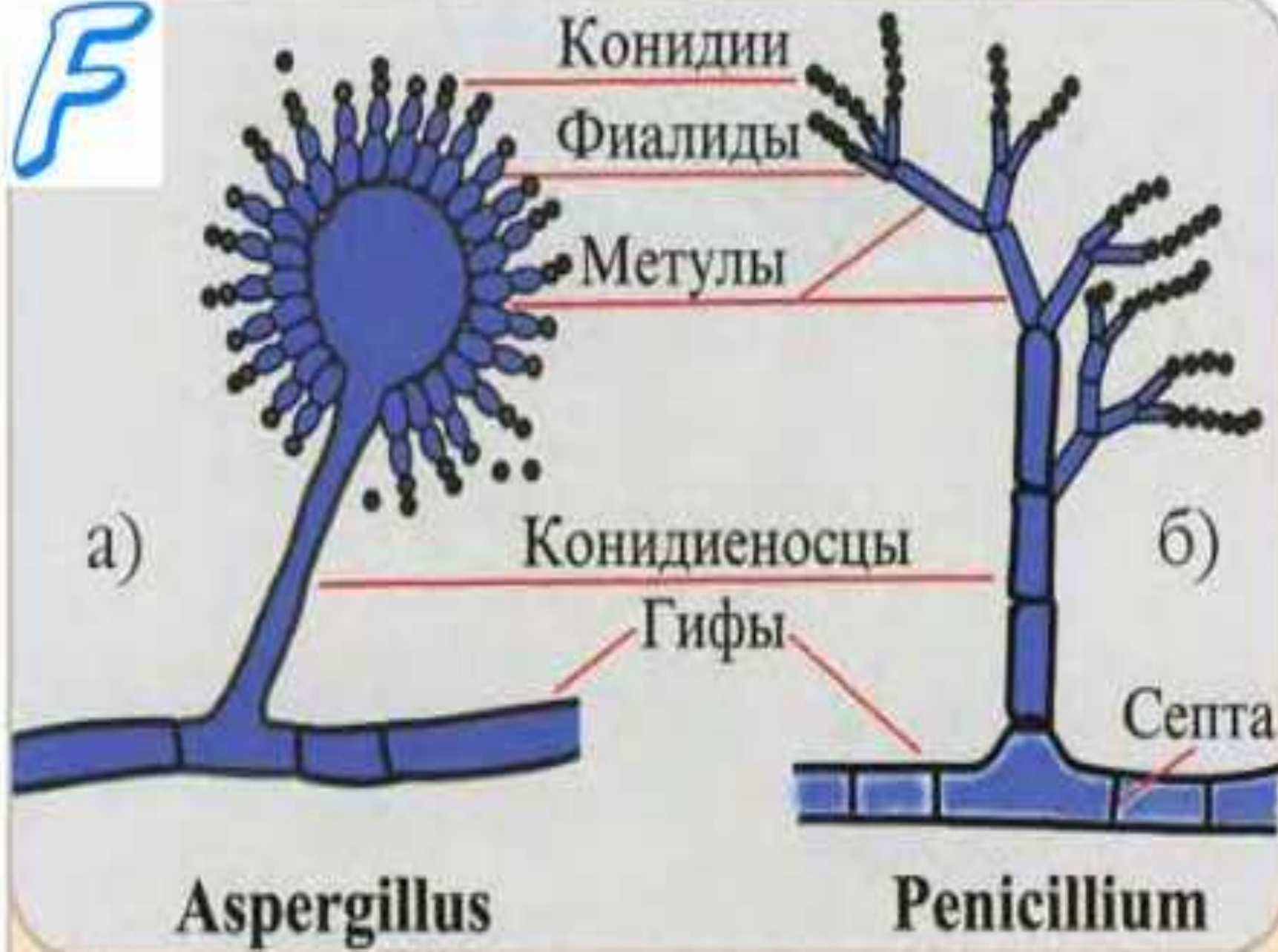


Обычно в спорангиях формируется большое количество спор (тысячи), но некоторые виды образуют мелкие спорангии, в которых лишь несколько спор или только одна – спорангиоли (например, у *Thamnidium*, *Chaetocladium*).

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.)

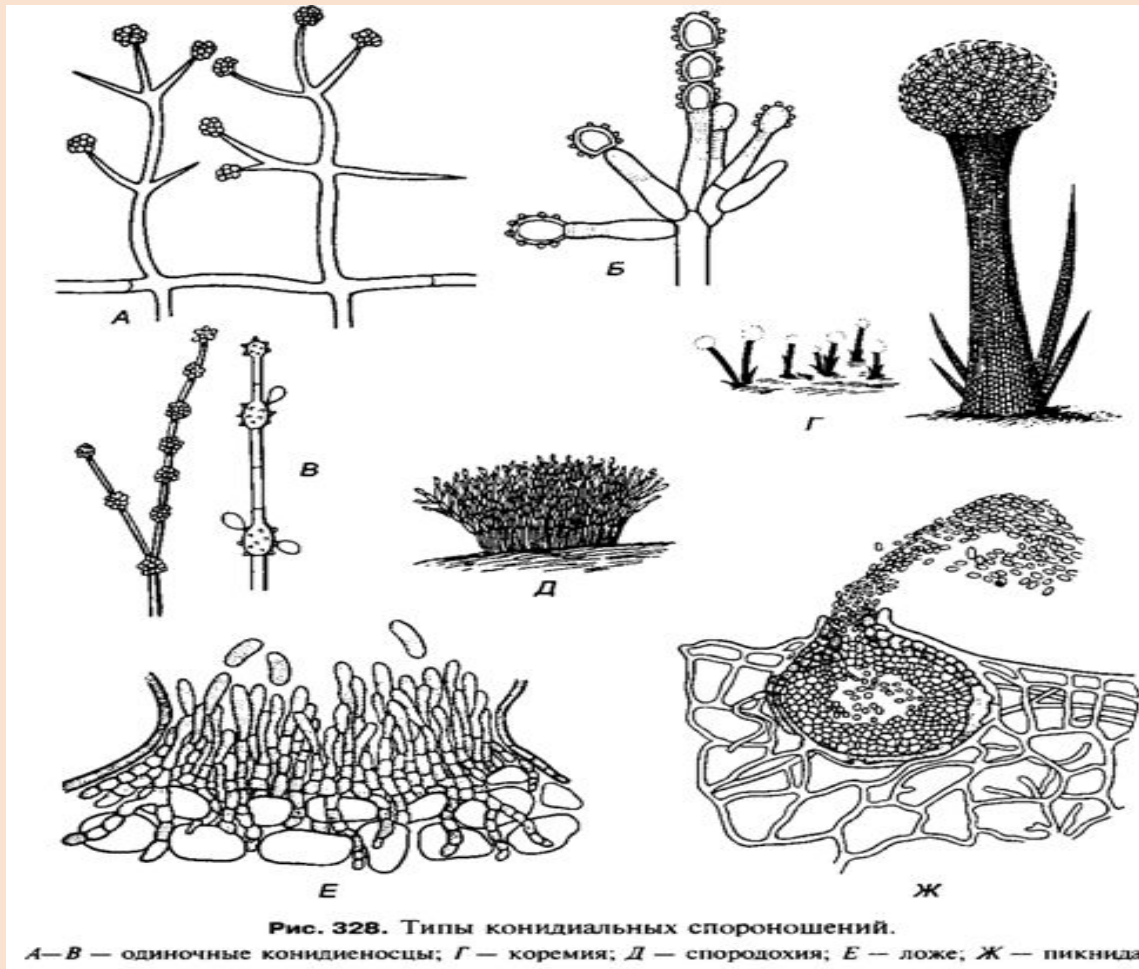
F



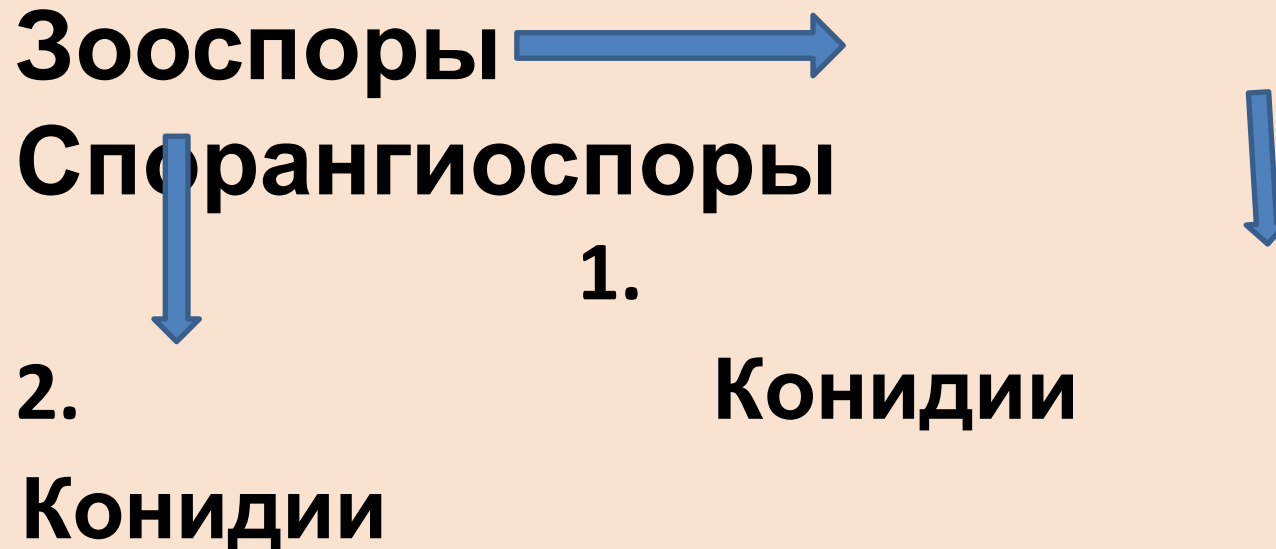
**Конидии могут быть быть
бесцветными или
темноокрашенными,
одноклеточными или с
перегородками, одно- или
многоядерными.**

**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

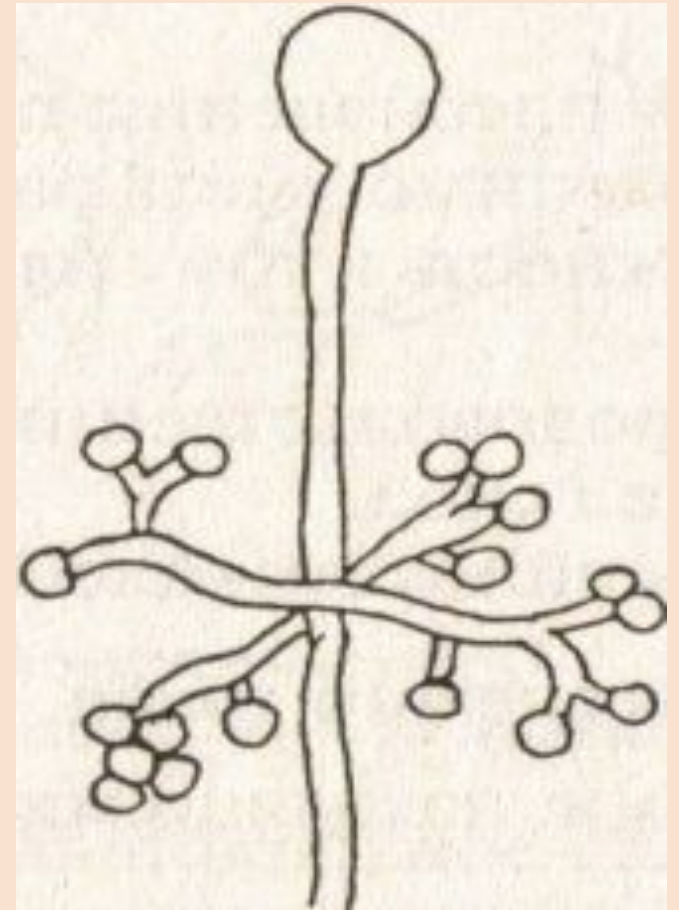


Эволюция бесполого размножения у грибов

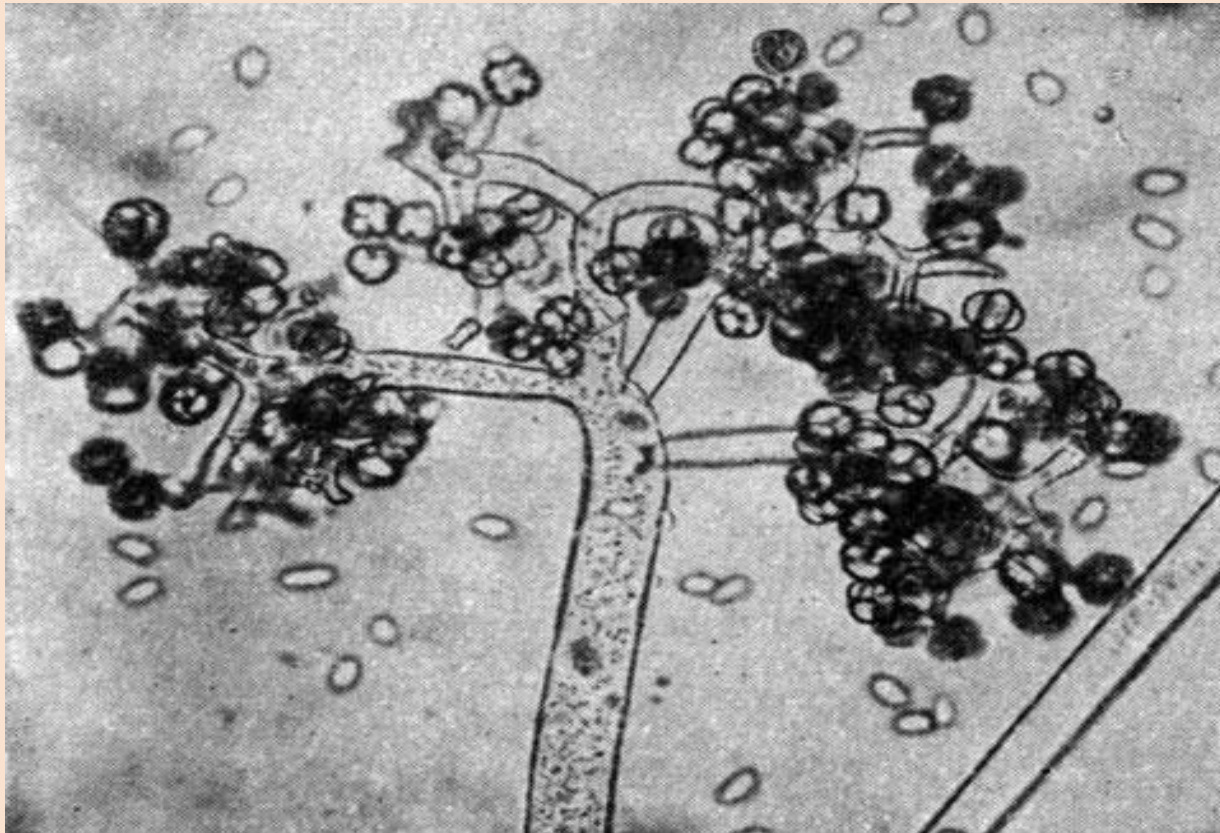


1. Можно проследить в порядке Mucorales роды Thamnidium и Chaetocladium. Виды первого рода развиваются на конском навозе. На конце длинного спорангионосца несут крупный многоспоровый спорангий, а на концах боковых ответвлений спорангионосца сидят мелкие спорангиоли с 4-10 спорами, число которых может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

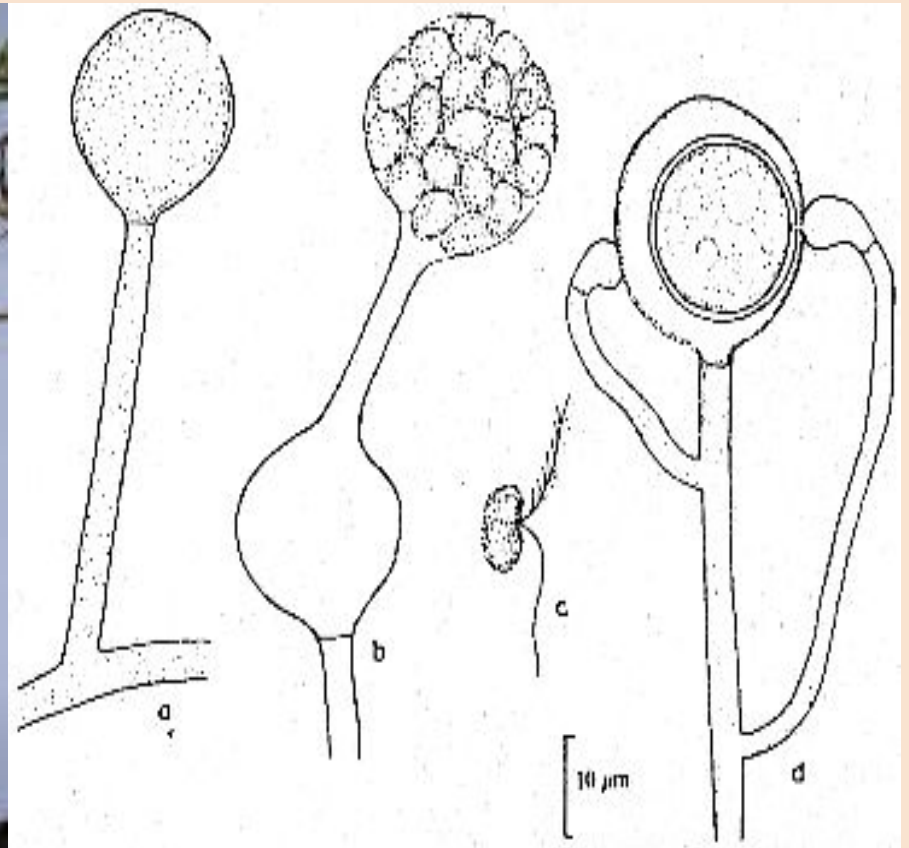
а) пораженное растение

а



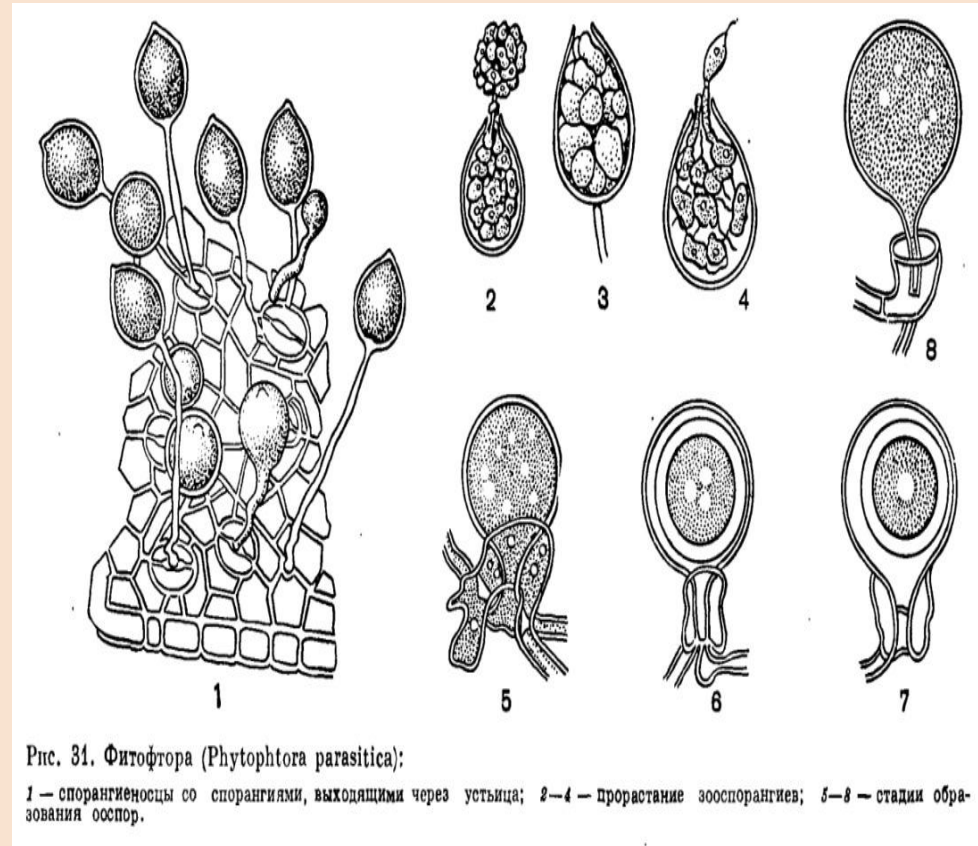
б) зооспорангий

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



Анаморфа

-

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

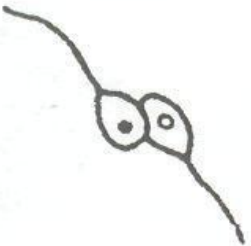
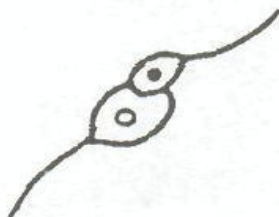
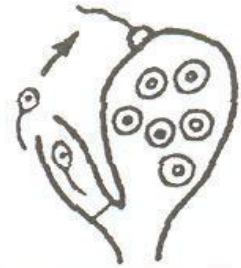
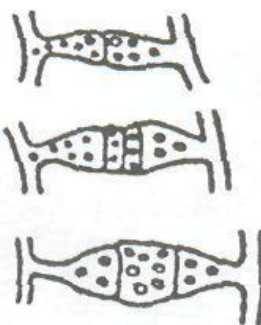
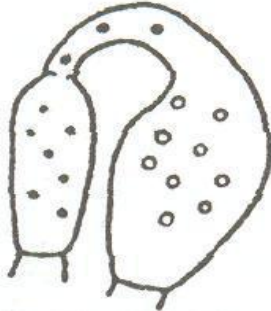
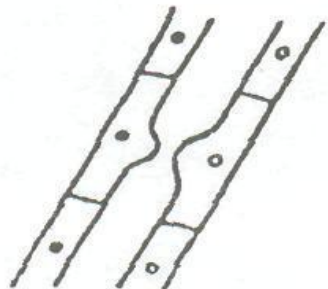
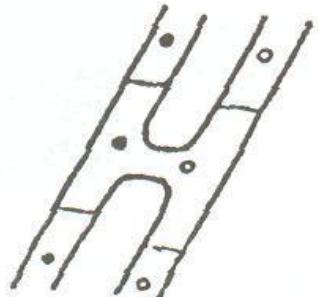
Некоторые авторы понимают под **анаморфой** любые генеративные структуры гриба, не относящиеся к половому размножению.

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 (Chytidionovets)



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.

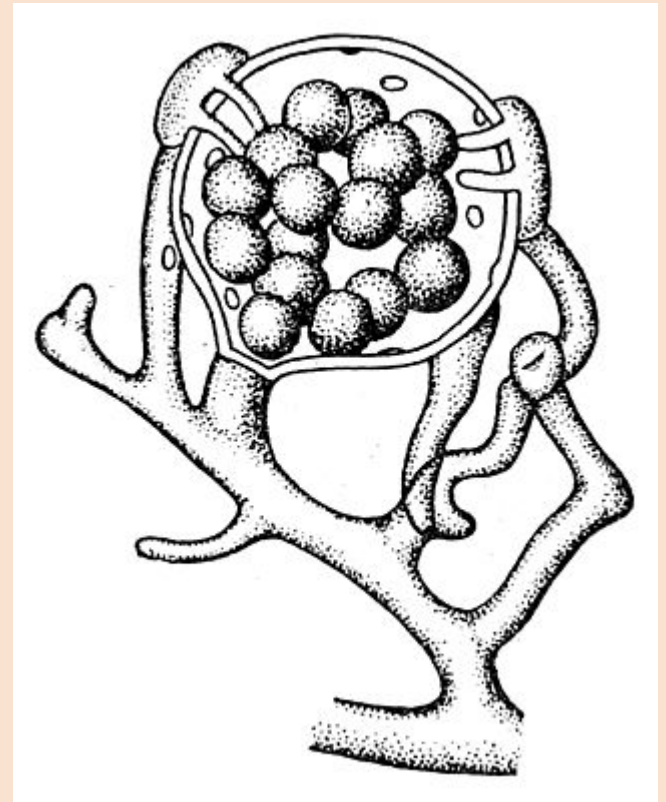
Один антеридий может дать несколько оплодотворяющих отростков и оплодотворить несколько яйцеклеток. После оплодотворения зиготы покрываются толстой оболочкой и превращаются в ооспоры. В порядке Сапролегниевых, как правило, в каждом оогонии оплодотворяется несколько яйцеклеток, в порядке Пероноспоровые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

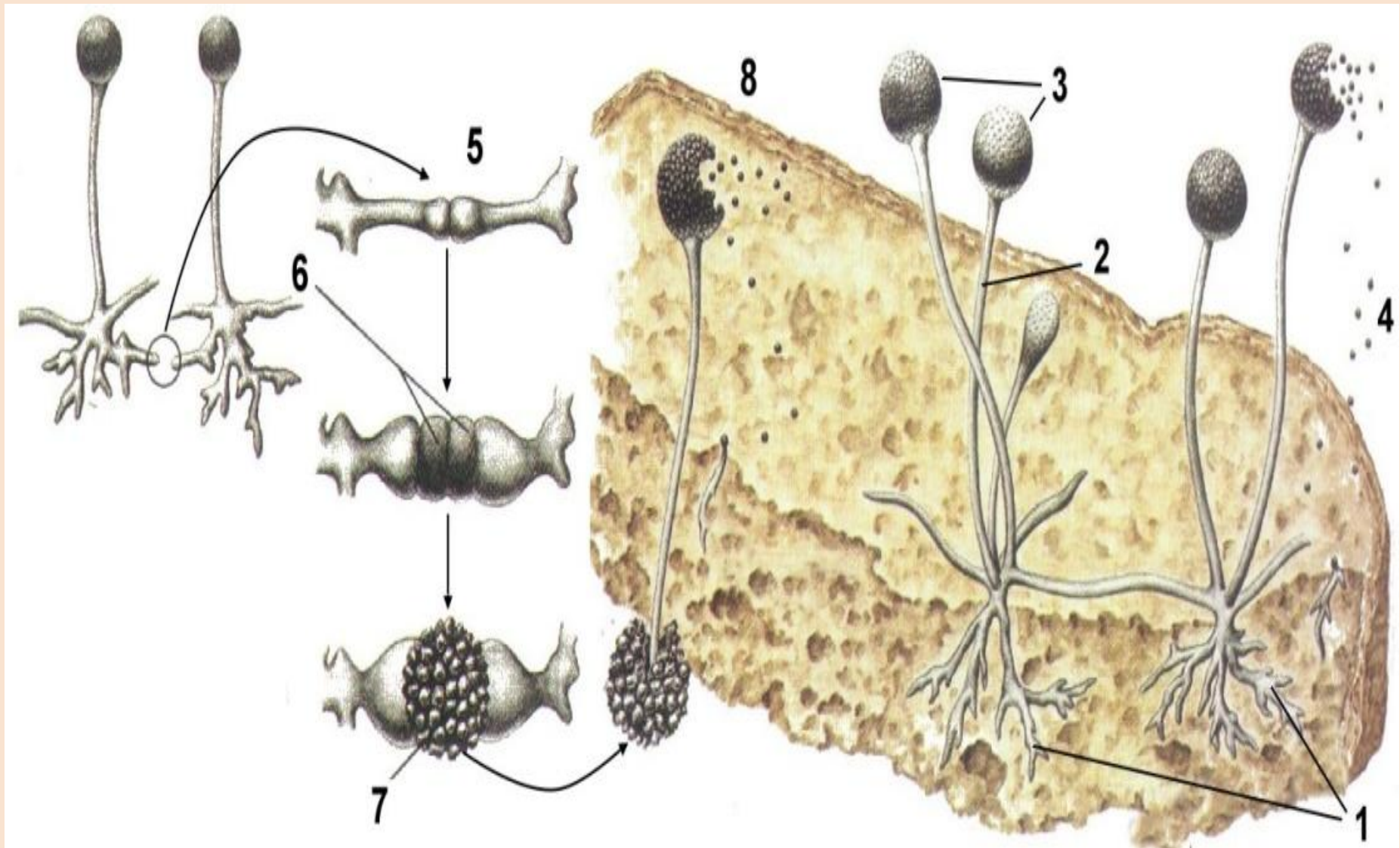
Может протекать в двух
формах: зигогамии и
аскогенеze

- **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 спороншия

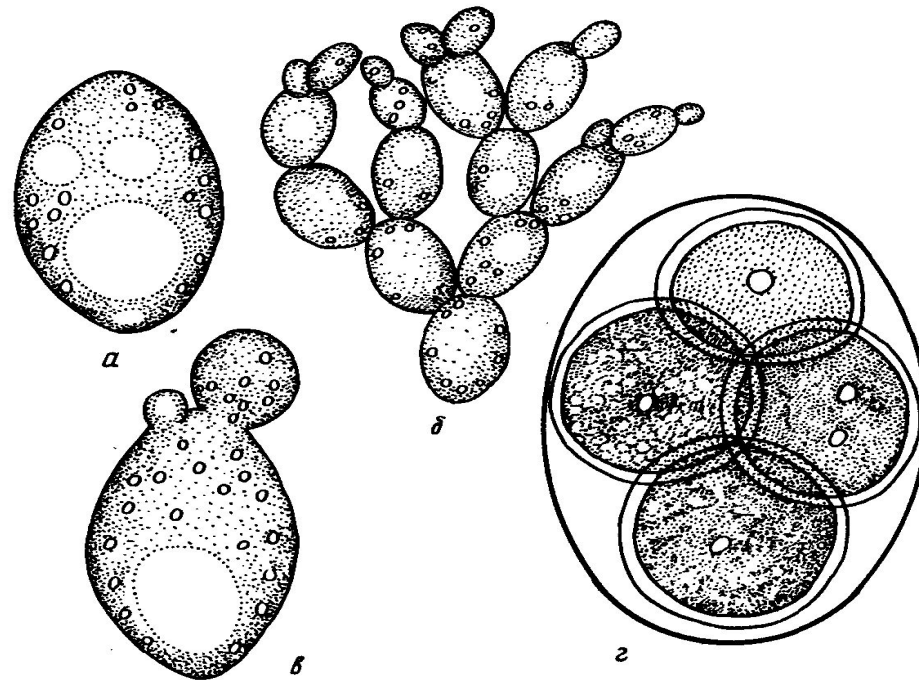
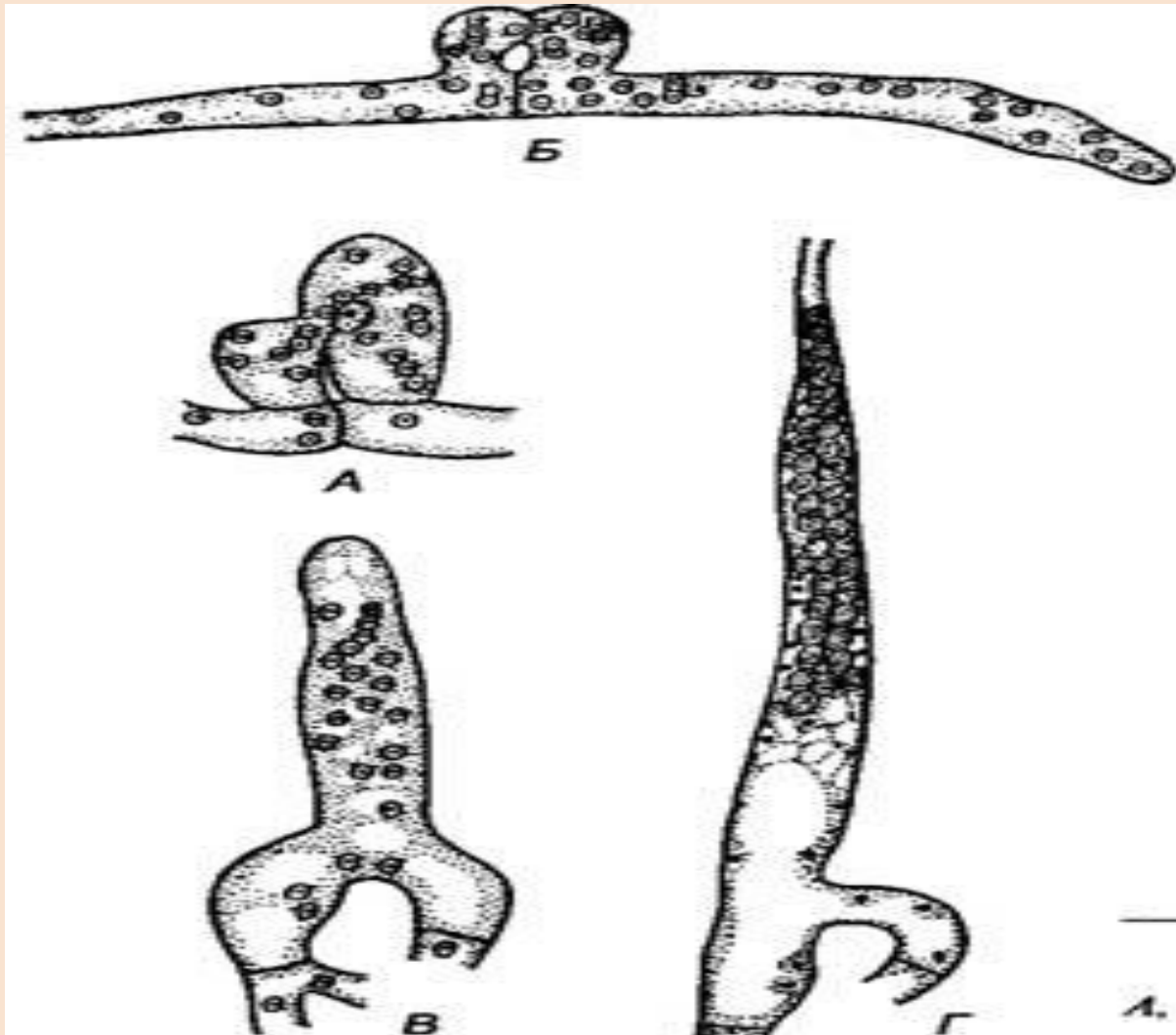


Рис. 43. Хлебные дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*)
а — отдельная клетка дрожжей, б — почкование, в — начало почкования, г — сумка со спорами

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.

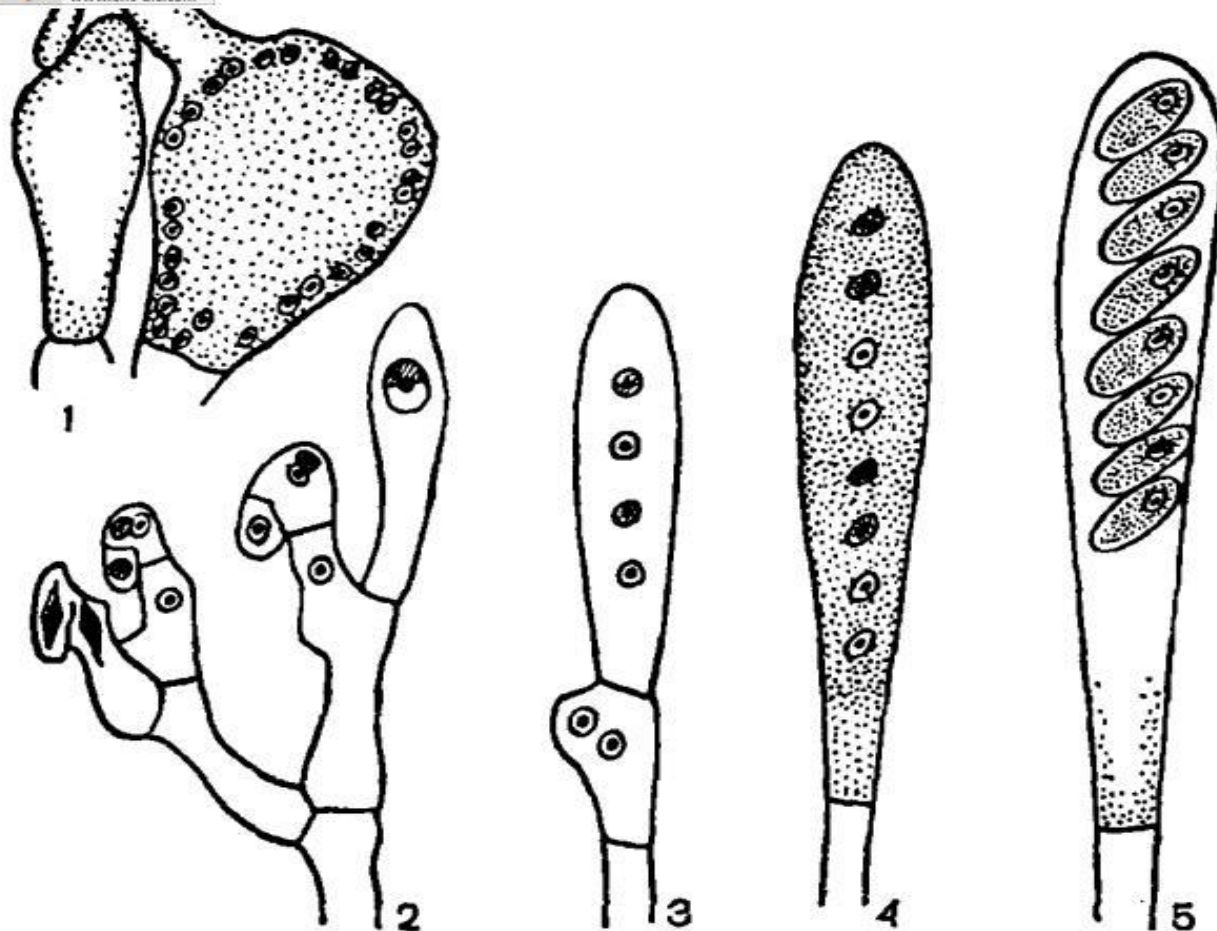


Рис. 50. Половой процесс и развитие сумок у аскомицетов:

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.

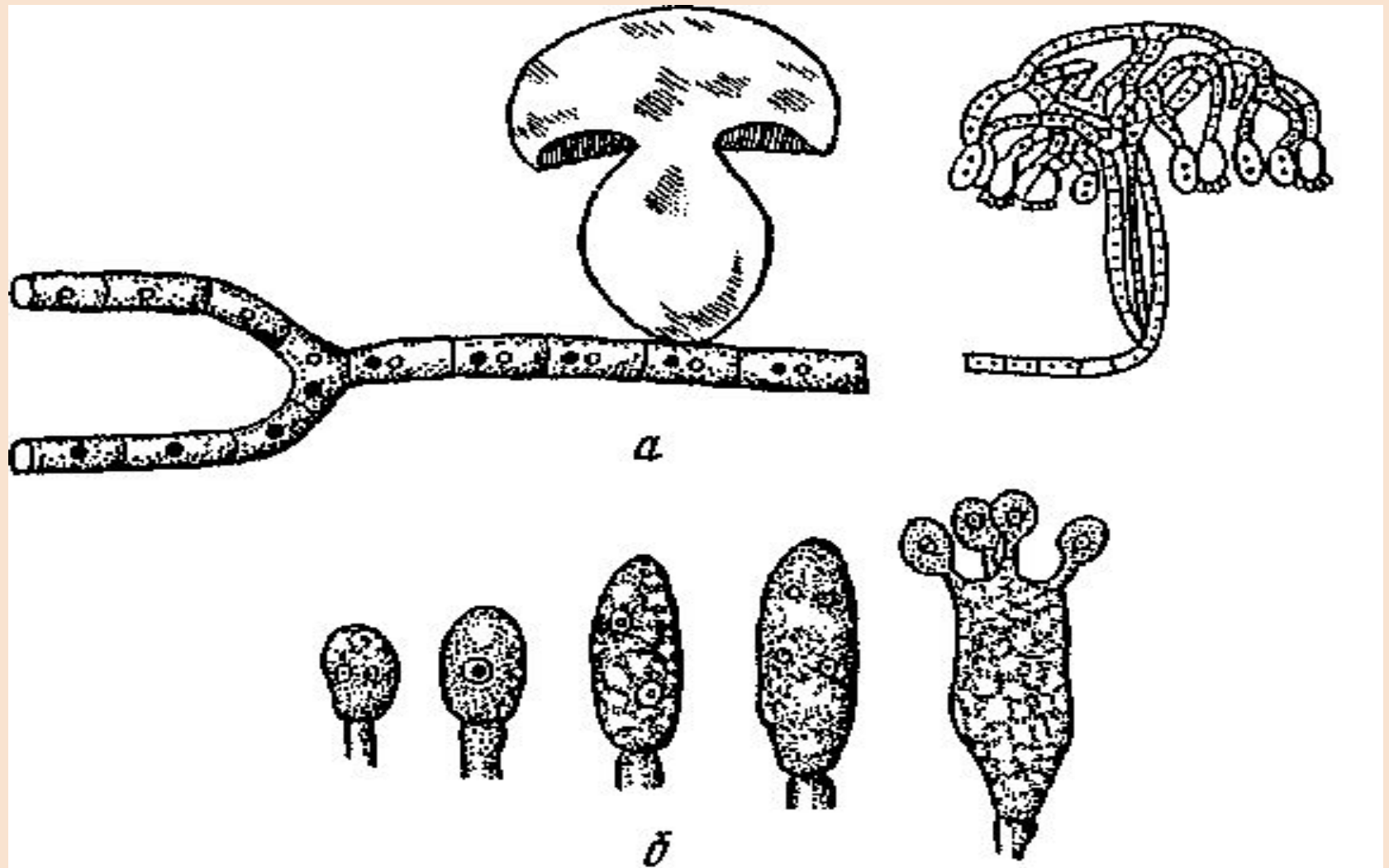
При соматогамии сливаются плазмы неспециализированных клеток гаплоидного мицелия (строгий гетероталлизм). Ядра не сливаются, а образуют дикарионы.

**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.

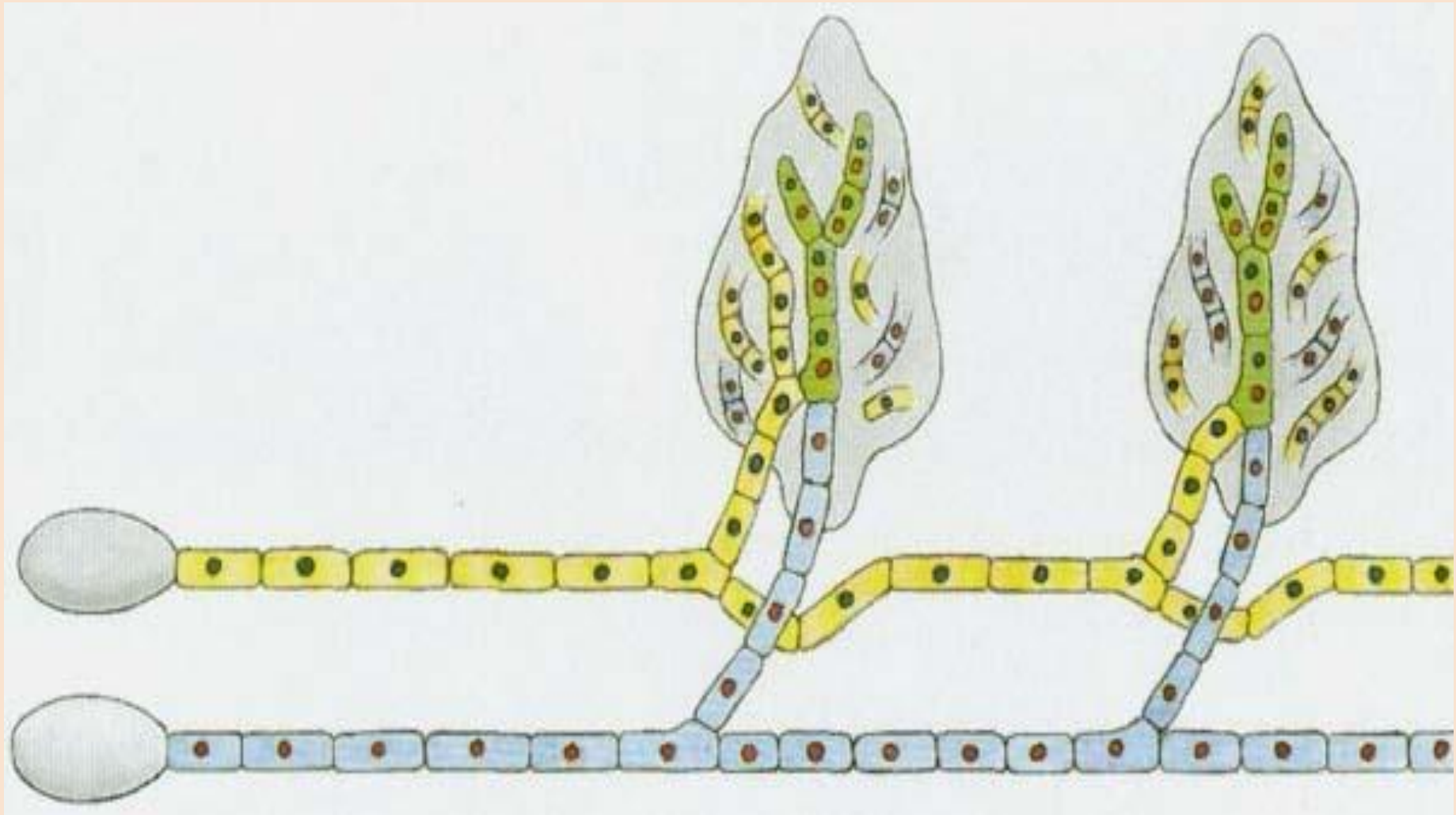
Ядра в вегетативном мицелии гаплоидные. Диплоидная зигота (обычно после периода покоя) делится мейотически (зиготическая редукция) –
зигомицеты, многие хитридиомицеты.

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).

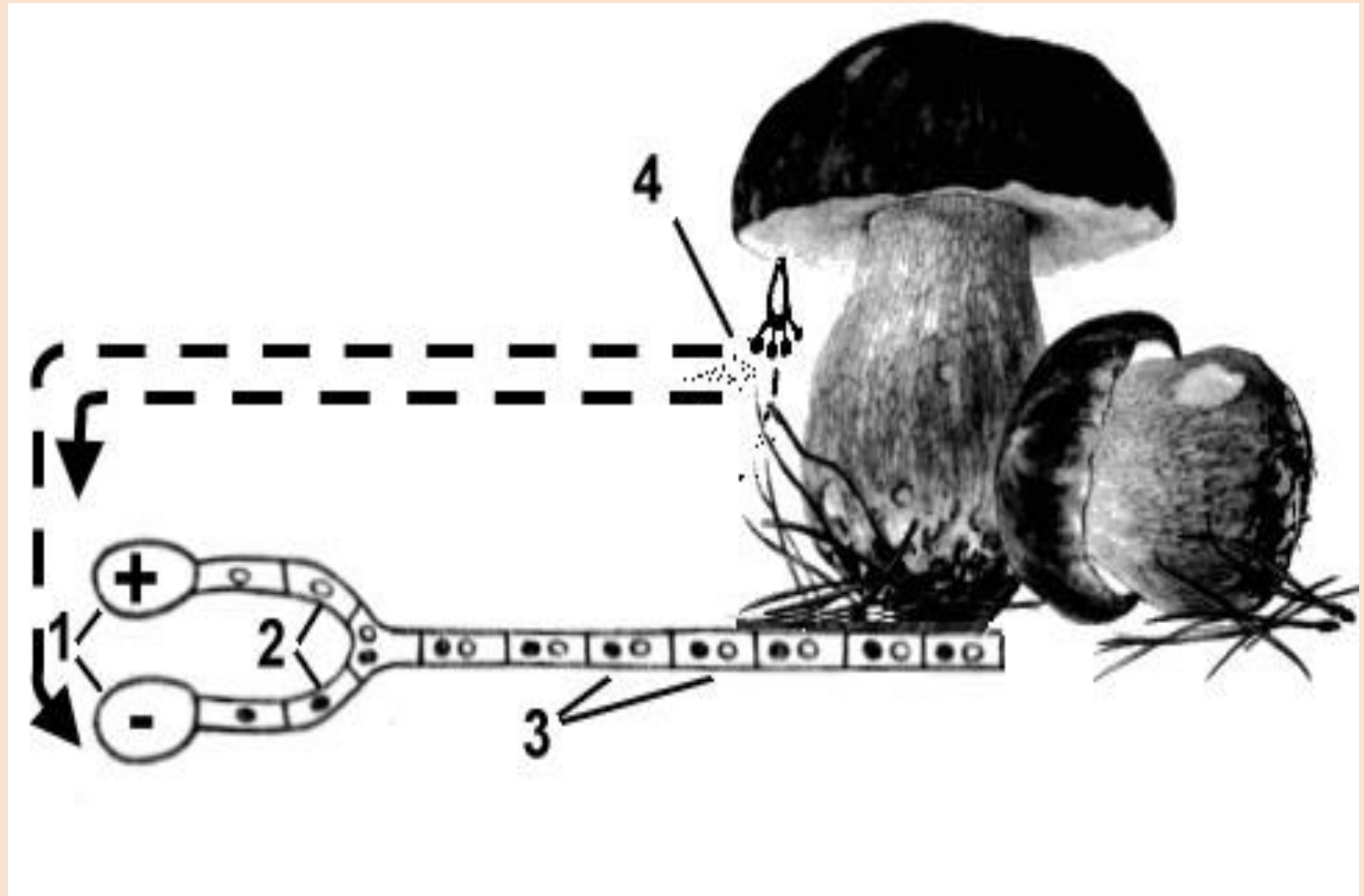
Жизненный цикл аскомицетов



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*).