

А.В. Зачиняева, А.В. Москалев, В.А. Андреев, В.Б. Сбойчаков

# МЕДИЦИНСКАЯ МИКОЛОГИЯ

2-е издание, переработанное и дополненное

## РУКОВОДСТВО ДЛЯ ВРАЧЕЙ



Москва  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
«ГЭОТАР-Медиа»  
2018

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МОРФОЛОГИЯ ГРИБОВ**

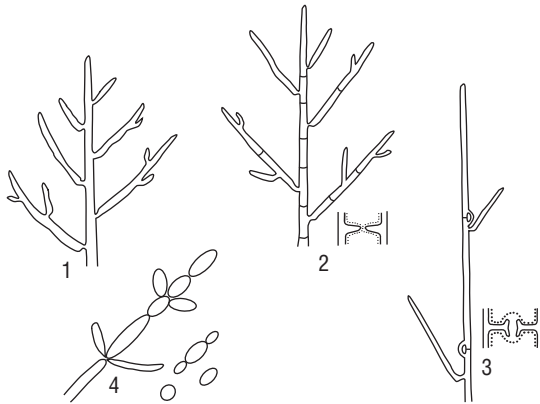
---

Грибы — это эукариотные, гетеротрофные, спорообразующие, одно- или многоклеточные организмы с осмотротрофным способом питания, без дифференциации на органы, размножающиеся половым и бесполом путем. Это неподвижные организмы, подвижными бывают только отдельные стадии в цикле развития.

Все грибы, за немногим исключением, имеют систему ветвящихся трубок — гиф с апикальным (верхушечным) ростом и боковым ветвлением. Мицелий (грибница) — это совокупность гиф гриба, из которых состоит его тело — таллом. Таким образом, тело гриба (таллом) состоит из гиф. Диаметр гиф варьирует в зависимости от таксона и внешних условий от 2 мкм (например, *Ascomycetes*) до 100 мкм (например, *Zygomycetes*).

Мицелий грибов может быть либо одноклеточным (циноцитным), либо разделенным перегородками (септами), то есть многоклеточным. Несептированными считаются гифы многих зигомицетов, поэтому их называют ценоцитными грибами. Однако при повреждении или нехватке питания ценоцитные грибы образуют в гифах септы, а спорангии *Mucorales* (*Zygomycetes*) отделяются от остального таллома поперечной перегородкой (рис. 1.1).

Таллом, состоящий из почкующихся или делящихся клеток, характерен для дрожжей. Дрожжи могут образовывать мицелиальные структуры, однако такой мицелий отличается от истинного, так как возникает в результате почкования, а не апикального роста гиф. Такой мицелий называется ложным, или псевдомицелием. К почкованию способны и некоторые мицелиальные грибы. Грибы, способные наряду с мицелием образовывать почкующиеся клетки, называются диморфными. Они представлены преимущественно возбудителями глубоких и подкожных микозов (*Coccidioides immitis*, *Histoplasma capsulatum*, *Blastomyces dermatitidis*, *Chrysosporium parvum* var. *crecens*, *Sporothrix schenckii*).

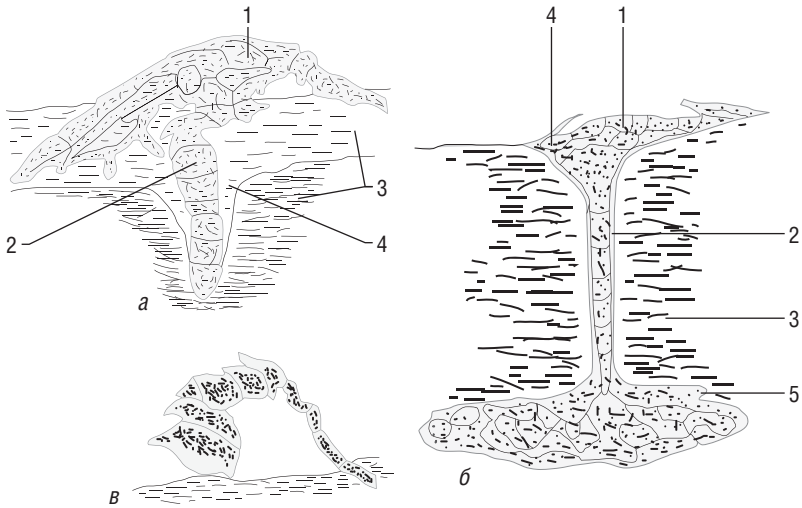


**Рис. 1.1.** Структура мицелия и септовых пор грибов: 1 — несептированный мицелий *Zygomycetes*; 2 — септы с простыми порами у *Ascomycetes*; 3 — пражковый мицелий и септы с долипорами у *Basidiomycetes*; 4 — почкующиеся клетки и ложный мицелий дрожжей

Клетка грибного мицелия всегда одета в ригидную четырехслойную оболочку (толщиной 0,2 мкм): наружный глюкановый слой, глюкотеидный, белковый и внутренний хитиновый. В наружных частях клеточной стенки нередко откладываются пигменты — меланины. У дрожжей клеточная стенка состоит в основном из глюканов.

Цитоплазматическая мембрана грибов двухслойная, в качестве основных стероидов включает эргостерин и зимэстерол. Цитоплазма содержит эндоплазматическую сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, рибосомы (80 S), лизосомы, лomosомы, вакуоли. В растущих участках гиф содержатся многочисленные везикулы — пузырьки, связанные с эндоплазматической сетью и участвующие в транспорте веществ от аппарата Гольджи к месту синтеза клеточной стенки. Ядро у грибной клетки имеет четкие границы, определяемые двойной мембраной. Оно содержит ядрышко и хромосомы, состоящие из ДНК и гистонов. Число гаплоидных хромосом у грибов никогда не бывает меньше 2 (3–28, а чаще 8). Грибная клетка часто бывает многоядерной.

По характеру роста мицелий грибов разделяют на субстратный (вегетативный) и воздушный (репродуктивный). Субстратный мицелий стелется непосредственно по поверхности среды, пронизывает ее и поглощает из нее питательные вещества с последующим выделением продуктов метаболизма. Разновидностью субстратных гиф у паразитических грибов-дерматофитов являются инфекционные и перфорационные



**Рис. 1.2.** Перфорационные органы дейтеромицета *Trichophyton mentagrophytes*; заражение волос *in vitro*: *a* — молодой орган прикрепляется к поверхности волоса как многоклеточный компонент (1), от которого идет перфорационная гифа (2), прободаящая корковый слой (3) волоса и «вытравливающая» в нем перфорационную воронку (4); *б* — заселение сердцевинного слоя (5) волоса; *в* — перфорационная гифа не смогла внедриться в волос ( $\times 650$ ; Мюллер Э., Лёфлер В., 1995)

гифы, выполняющие несколько функций: прикрепление к субстрату, внедрение в него (в кожу, волосы, ногти) и поглощение питательных веществ (рис. 1.2).

Воздушный (репродуктивный), свободно поднимающийся над субстратом мицелий формирует или несет структуры распространения и размножения грибов.

Грибы размножаются тремя путями: вегетативным, бесполом и половым. Структуры, связанные с половым и бесполом размножением (спороношением), очень разнообразны по строению, что и определяет многообразие видов грибов. Вегетативное размножение осуществляется с помощью простого митоза — путем фрагментации гиф неспециализированного мицелия грибов, в результате чего образуются артроспоры (рис. 1.3).

Если такие клетки образуют толстостенную оболочку, то они называются хламидоспоры (рис. 1.4).

Хламидоспоры устойчивы к действию неблагоприятных факторов внешней среды и выполняют функцию перенесения неблагоприятных

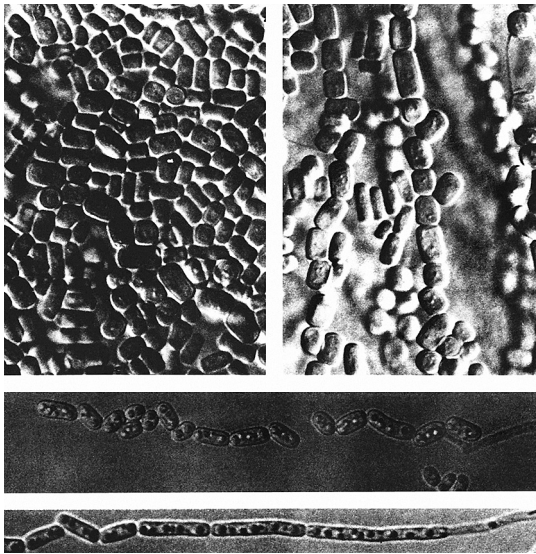


Рис. 1.3. Артроспоры *Geotrichum candidum* Link

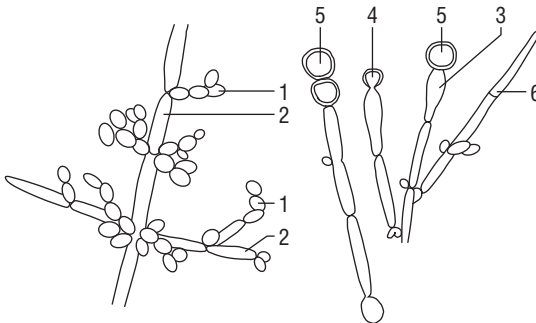


Рис. 1.4. *Candida albicans*: 1 — почкующиеся клетки; 2 — псевдомицелий; 3 — прохламидоспора; 4 — молодая хламидоспора; 5 — зрелая хламидоспора; 6 — поперечная стенка ( $\times 650$ ; Мюллер Э., Лёфлер В., 1995)

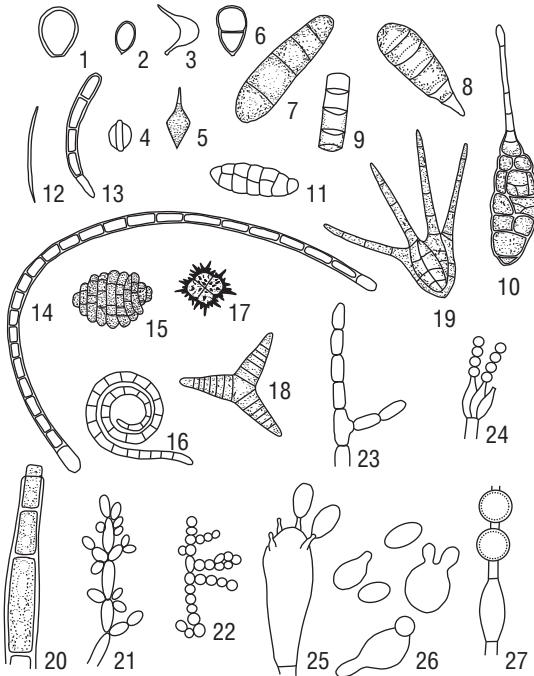
условий. У дрожжей вегетативное размножение происходит путем почкования клеток, в результате чего образуются бластоспоры.

Бесполое размножение осуществляется с помощью бесполой спор; эти споры у одних грибов образуются в специальных вместилищах — спорангиях и называются спорангиоспорами (эндоспорами), у других они

образуются открыто, на специализированных гифах — конидиеносцах и называются экзоспорами, или конидиями.

Неподвижными спорангиоспорами осуществляется бесполое размножение у грибов, относящихся к отделу *Zygomycota*. неподвижными конидиями размножаются аскомицеты, базидиомицеты и несовершенные грибы. Распространение таких спор (конидий) осуществляется воздушным или водным путем. Признаки конидий (число, форма и размер, цвет, характер поверхности) важны для идентификации грибов. Некоторые виды способны образовывать различные типы конидий — одноклеточные (микроконидии) либо многоклеточные (макроконидии) (рис. 1.5).

Не менее важен для идентификации грибов и тип конидиогенеза — способ образования спор. Специализированные структуры, связанные



**Рис. 1.5.** Конидии грибов: 1–5 — одноклеточные; 6 — двухклеточные; 7–9 — многоклеточные; 10, 11 — муральные с поперечными и продольными перегородками; 12–14 — нитевидные; 15, 16 — спирально закрученные; 17–19 — звездообразные; 20 — эндоконидии; 21 — бластоспоры; 22 — артроспоры; 23 — оидии; 24 — фиалиды с конидиями; 25 — стеригмы на базидии; 26 — почкующиеся клетки; 27 — хламидоспоры

с вегетативным или бесполом размножением у грибов, называются анаморфами.

Примерно у 70% грибов в цикле развития есть половая фаза. Половое развитие предусматривает плазмोगамию, кариогамию, мейоз и, как правило, образование мейоспор — первых спор после редукционного деления. На каком-то этапе между этими стадиями развития гриб растет вегетативно и обычно размножается бесполом путем.

Процесс созревания половых спор у грибов происходит в специальных структурах: асках (сумках) у аскомицетов и на поверхности базидий у базидиомицетов. У представителей отдела *Zygomycota* продуктом полового процесса, представляющего собой слияние коротких боковых ответвлений вегетативных гиф, являются одноклеточные образования — зигоспоры.

На основании важнейших признаков половых стадий (телеоморф) грибы разделяются на четыре отдела *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*.

В отличие от растений грибы не содержат фотосинтезирующих пигментов. Это аэробные организмы, для своих ростовых потребностей они требуют содержания в питательной среде углеродсодержащих и азотсодержащих компонентов, минеральных веществ, витаминов и других факторов роста. Поверхностный и внутрисубстратный рост грибов обусловлен их способностью поглощать питательные вещества путем абсорбции. Развитая система гиф обеспечивает большую площадь поглощения питательных веществ с поверхности субстрата. Оптимальная температура роста грибов составляет 28–30 °С (для патогенных — 37 °С и выше). Оптимум рН — 5,8–6,5. Однако грибы могут расти и в большем диапазоне рН и разности температур (от 0 до 60 °С).