

Характеристика отделов грибов и грибоподобных организмов

Навигация по отделам

Labyrinthulomycota

Hyphochytridiomycota

Oomycota

Мухомycota

Plasmodiophoromycota

Dictyosteliomycota

Acrasiomycota

Microsporidia

Cryptomycota

Chytridiomycota

Blastocladiomycota

Zigomycota

Ascomycota

Basidiomycota

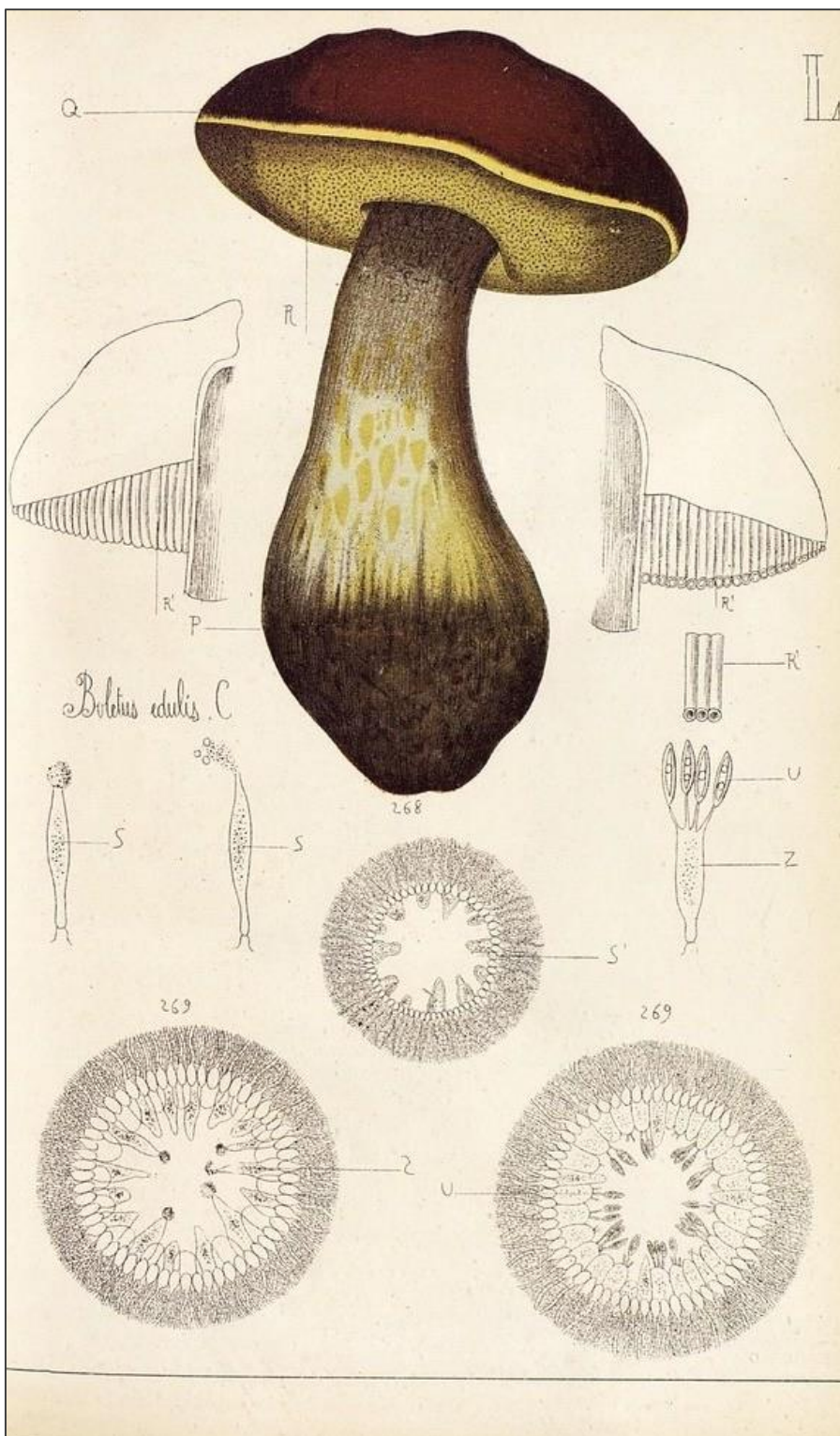
Таксономия «грибов»

| | |
|-----------|-----------|
| Отдел | –mycota |
| Подотдел | –mycotina |
| Класс | –mycetes |
| Порядок | –ales |
| Семейство | –ceae |

© А.С. Красников, 2020.
a.krasnikov@g.nsu.ru

Рецензент:

к.б.н. Соловьев С.В.



| Отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Жгутики | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|
| ГРИБОПОДОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ | | | | | | | | |
| Labyrinthulomycota | Labyrinthulomycetes | | Филлоплазмодий; имеются сагеногенетосомы; в зооспорах есть стигма | 2 жгутика: гетероморф. и гетероконт. | Синтез лизина через диаминопимелиновую кислоту | Сорусы – совокупность спороцист; спороцист = 6–8 и более двужгут. зооспор | Паразиты водорослей–макрофитов или сапрофиты | <i>Labyrinthula macrocystis</i> |
| | Thraustochytridiomycetes | | Таллом микроскопический, моноцентрический; филлоплазмодий; имеются сагеногенетосомы; отсутствует стигма у зооспор | 2 жгутика: гетероморф. и гетероконт. | | Образование зооспор; пролиферация таллома | Сапротрофы на морских водорослях, реже паразиты | <i>Thraustochytrium</i> –сапротроф сифоновой водоросли – бриопсиса |
| Hyphochytridiomycota | Hyphochytridiomycetes | Hyphochytridiales | Голый протопласт или ризомицелий; трубчатые кристы митохондрий; хорошо развит аппарат Гольджи | 1 перистый жгут (зооспоры, гаметы) | В клеточных оболочках – хитин + целлюлоза Синтез лизина через диаминопимелиновую кислоту | Хологамия; Плазмогамия; Кариогамия | Водные, внутриклеточные паразиты зеленых и бурых водорослей, водных грибов и беспозвоночных; некоторые сапротрофы | <i>Anisopodium ectocarpi</i> – паразит водорослей рода <i>Ectocarpus</i> ; <i>Rhizidiomyces apophysatus</i> – паразит оогониев сапролегниевых грибов. <i>Hyphochytrium catenoides</i> – развивается на пыльце сосны |
| Oomycota | Oomycetes | Общая х-ка | Хорошо развитый микро/макроскопический несептированный многоядерный мицелий | 2 жгутика; гетероморф. и гетероконт.; могут быть латеральными | В клеточных оболочках – глюкан + целлюлоза ИЛИ целлюлоза + хитин (<i>Leptomitales</i>); запасное вещество – миколаминарин. Синтез лизина через диаминопимелиновую кислоту | Оогамия (антеридий и оогоний); Конидии (у немногих). Вегетативная стадия ЖЦ – диплоидные клетки | Водные сапротрофы/паразиты; некоторые живут в почве | |
| | | Saprolegniales | Субстратный (короткие и тонкие гифы) и воздушный (длинные [до 1см] и толстые [100–200мкм] гифы) мицелий | | | Ди-/полипланетизм зооспор (<i>Saprolegnia</i>); Диморфизм зооспор (<i>Saprolegnia</i> и <i>Aphanomyces</i>); В оогонии несколько яйцеклеток | Типично водные сапротрофы; могут вызывать «сапролегниоз» у рыб; Некоторые виды из родов <i>Leptolegnia</i> и <i>Sommerstorffia</i> могут паразитировать на рачках, моллюсках, крабах, губках, коловратках | Род <i>Achlya</i> ; Род <i>Saprolegnia</i> ; Род <i>Sommerstorffia</i> ; Род <i>Aplanopsis</i> ; Род <i>Leptolegnia</i> ; Род <i>Aplanes</i> ; Род <i>Dictyuchus</i> ; <i>Aphanomyces cochlioides</i> – «корнеед» высших растений |

| Отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Жгутики | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|----------|-----------|----------------|--|---------|---------------------------|--|---|---|
| Oomycota | Oomycetes | Peronosporales | 1) Семейство питиевые, род Пителиум: Очень тонкий мицелий; спорангиеносцы мало отличаются от гиф | | | В оогонии одна яйце-клетка с периплазмой | Водные/почвенные; факультативные паразиты высших растений | Семейство питиевые: <i>Pythium debaryanum</i> – возбудитель «корнееда» семян древесных пород и рассады свёклы, капусты, огурца; <i>Pythium irregulare</i> – чёрный сосудистый некроз сахарной свёклы |
| | | | 2) Семейство фитофторовые, род Фитофтора: Спорангиеносцы хорошо отличимы от гиф, ветвятся симподиально; образуют конидии (отдельные экзогенные споры); образует гаустории в клетках – хозяина | | | | Паразиты растений, иногда сапротрофы | Семейство фитофторовые: <i>Phytophthora infestans</i> – паразитирует на картофеле и томатах, вызывает – фитофтороз |
| | | | 3) Семейство пероноспоровые: Конидиеносцы резко отличаются по морфологии от мицелия; конидиеносцы и конидии выходят из устьиц растений преимущественно на нижней стороне листа. | | | | Наземные облигатные паразиты высших растений | Семейство пероноспоровые: <i>Plasmopara viticola</i> – паразитирует на винограде, вызывает ложную мучнистую росу; <i>Plasmopara helianthin</i> – паразитирует на подсолнечнике; <i>Peronospora tabacina</i> на табаке; <i>Peronospora schachtii</i> – на свёкле; <i>Peronospora destructor</i> – на луке; <i>Peronospora pisi</i> – на горохе |
| | | | 4) Семейство альбуговые: То же, что и пероноспоровые, но конидии образуются цепочками на коротких булабовидных конидиеносцах | | | | Наземные облигатные паразиты высших растений | Семейство альбуговые: <i>Albugo candida</i> – паразит крестоцветных |

| Отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Жгутики | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|----------------------|-----------------------|--------------|---|---|---|---|--|--|
| Oomycota | Oomycetes | Leptomitales | Псевдосепты придают гифам септированный вид | | | В оогонии одна яйцеклетка с периплазмой; Репродуктивные органы часто располагаются на ножках; Иногда диморфизм зооспор | Сапротрофы | <i>Leptomitus lacteus</i> – встречается в сильнозагрязненных сточных водах; <i>Rhiphidium</i> – растет на поверхности разлагающихся плодов, попавших в воду |
| | | Lagenidiales | Мицелий короткий, слабо развитый | | | Чаще всего облигатные внутриклеточные паразиты водных оомицетов, водорослей, ракообразных, моллюсков, личинок комаров | <i>Lagenidium rabenhorstii</i> – паразит нитчатых водорослей из порядка Zygnematales | |
| Myxomycota | Myxomycetes | | Имеются капиллиции; Псевдокапиллиций (эталей) у <i>Lycogala epidendrum</i> | Зооспоры с 2 гладкими жгутиками на переднем конце | + гидро-/фототаксис; -/+ фототаксис | Спорангии со спорами; Ядра плазмодия диплоидны. Миксоамёбы | Лесные сапротрофы; Плазмодий живет внутри растительного субстрата | Род <i>Trichia</i> – имеет мелкие золотистые спорангии; Род <i>Stemonites</i> ; <i>Lycogala epidendrum</i> – плодовые тела кораллово-красной окраски |
| Plasmodiophoromycota | Plasmodiophoromycetes | | Интрацеллюлярная фаготрофная стадия – паразитический плазмодий | Зооспоры с 2 гладкими жгутиками на переднем конце | | Нет спорангиев, их функцию выполняют стенки растения – хозяина. Миксоамебы | Внутриклеточные паразиты растений | <i>Plasmodiophora brassicae</i> – возбудитель килы крестоцветных; <i>Spongospora solani</i> – возбудитель порошистой парши картофеля |
| Dictyosteliomycota | Dictyosteliomycetes | | Миксомицетоподобные свободноживущие миксоамебы; есть псевдоподии. При голодании миксоамебы объединяются в псевдоплазмодий. Псевдоплазмодий <i>Dictyostelium discoideum</i> движется по направлению к источнику тепла, улавливая перепады температур до 0,0005°C | Жгутиковых стадий нет | Клеточные стенки спорангиев и спор содержат целлюлозу | Бинарное деление; ядра имеют два и более ядрышек; Спорангии (спорокарп); Ножка спорокарпа – спорофор; амёбы в ножке отмирают, а в головке спорокарпа превращаются в споры | Почвенные сапротрофы | <i>Dictyostelium discoideum</i> |

| Отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Жгутики | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|--|------------------|--------------|--|---|--|--|---|---|
| Acrasiomycota | Acrasiomycetes | | <p>Клеточные слизевки; свободноживущие почвенные миксоамебы, объединяющиеся в псевдоплазмодий перед размножением; лопастные псевдоподии.</p> <p><u>ЖЦ <i>Acrasia rosea</i>:</u> Миксоамеба → инцистирование → новое прорастание в миксоамебу → размножение делением → агрегация миксоамеб в псевдоплазмодий → формирование спорокарпа → ветвление сорогена → образование цепочек спор → спора → прорастание в миксоамебу</p> | Жгутико-вых стадий нет | Целлюлоза не обнаружена | В ядре одно центральное ядрышко. Спорокарп (ножка – сороген); амёбы не отмирают в ножке, а как и в головке превращаются в споры | Почвенные/ растительные сапротрофы | <i>Acrasia rosea</i> |
| НАСТОЯЩИЕ ГРИБЫ (FUNGI, ИЛИ МУСОТА) | | | | | | | | |
| Microsporidia | | | Мелкие одноклеточные организмы без жгутиков. Диаметр спор варьирует от 1 до немногим более 20 мкм. 70s-рибосомы (с 16s и 23s рРНК); жгутики, центриоли и настоящие, содержащие более трех цистерн, диктиосомы также отсутствуют. Нет никаких дыхательных органелл. Утратили митохондрии в процессе эволюции. Самый маленький из всех известных эукариот ядерный геном, однако плотность генов очень высока. Клеточная оболочка из 3-х слоев: экзоспорий, эндоспорий (хитин), плазмалемма | | | ЖЦ: Фаза проникновения; Фаза пролиферации; Фаза спорогонии | Внутриклеточные паразиты | <i>Glugea</i> – ксеномы рыб; <i>Nosema</i> – «пчелиный понос» |
| Cryptomycota | | | Хитин только в спорах | | | ЖЦ не прослежен полностью | | <i>Rosella allomyces</i> – паразит гриба <i>Allomyces</i> ; <i>Nucleophaga</i> – поедает ядра протистов |
| Chytridiomycota | Chytridiomycetes | Chytridiales | Микроскопический таллом – амёбод или клетка с ризомицелием; Поли- или моноцентрический ризомицелий | Один (реже много) задний гладкий, следовательно, клетки подвижные | В клеточных оболочках – глюкан + хитин; синтез лизина через α -аминоадипиновую кислоту | Холо- Изо- Гетеро- Оогамия; Бесп.р.: зооспоры; Нет стадии дикариона | Преимущественно паразиты, некоторые – сапротрофы; Водные, иногда почвенные | <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i> * – паразит лягушек * непонятно к какому порядку относится |
| | | | | | | Изо- или гетерогамия; Зооспоры | Паразиты водных грибов, беспозвоночных, высших растений, водорослей. Немногие сапротрофы | <i>Olpidium viciae</i> – паразит на корнях, листьях, стебле горошка. <i>Olpidium brassicae</i> – паразитирует на рассаде капусты, вызывает «чёрную ножку»; <i>Synchytrium endobioticum</i> – вызывает «рак картофеля»; <i>Polyphagus euglenae</i> – паразит эвглен |

| Отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Жгутики | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|--------------------|------------------|------------------------------------|--|---|---|---|--|--|
| Chytridiomycota | Chytridiomycetes | Blastocladales и Monoblepharidales | Хорошо развитый неклеточный микроскопический таллом, дифференцированный на осевую часть, ризоиды и боковые ветви, несущие репродуктивные органы | | | Зооспоры; Изо– или гетерогамия. <i>Женские гаметы выделяют гормон сиренин, привлекающий хемотаксически мужские гаметы</i> | Водные/почвенные сапротрофы трупов животных или остатков растений; реже паразиты; | Род <i>Allomyces</i> ; [Blastocladales] |
| | | Neocallimastigales | Таллом моно–/полицентрический; нет митохондрий | Зооспоры одно/много жгутиковые (до 10) | | Оогамия; зигота плавает на жгутике сперматозоида (<i>Monoblepharella</i>); смены поколений нет | Сапротрофы, распространены в пресных водоёмах, некоторые во влажной почве; реже паразиты | <i>Monoblepharis</i> ; <i>Monoblepharella</i> [Monoblepharidales] |
| | | | | | | | Облигатные анаэробные грибы, обитающие в кишечном тракте (рубец) травоядных животных | <i>Neocallimastix</i> |
| Blastocladiomycota | | | Ветвящийся древовидный мицелий; толстая оболочка спорангиев; <i>Allomyces</i> – изоморфная смена поколений | | | | Сапротрофы/ паразиты | <i>Blastocladia</i> – сапротроф с ризоидами; <i>Physoderma zeae</i> – оспа кукурузы |
| Zigomycota | | Общая х–ка | Обильно разветвленный неклеточный многоядерный мицелий, субстратный и воздушный; генеративные органы отделены клеточными перегородками от основного вегетативного мицелия; Гифы зигоспоры – суспензоры, или подвески | Нет (Подвижные стадии в цикле развития отсутствуют) | В клеточных оболочках: хитозан + хитин; синтез лизина через α –аминоадипиновую кислоту; запасаемое вещество – гликоген | Весь ЖЦ в гаплоидной фазе; Бесп. р: неподвижные эндогенные спорангиеспоры, или, реже, экзогенные конидии; Зигогамия; зигота – зигоспора; При прорастании зигоспоры образуется зародышевый спорангий | Почти все наземные почвенные сапротрофы; некоторые паразиты: зоопаговые грибы (паразиты беспозвоночных); энтомофторовые (паразиты насекомых); паразиты теплокровных животных и человека, высших растений, грибов | |

| Отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Жгутики | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители | |
|------------|-------------|------------------|---|---------|---------------------------|---|--|--|--|
| Zigomycota | Zigomycetes | Mucorales | Мицелий <i>Mucor</i> состоит из сильно ветвящихся бесцветных гиф и не имеет перегородок, к-е появляются лишь у некоторых видов при старении/культивировании, в таком случае мицелий распадается на отдельные клетки, которые затем размножаются почкованием (<i>M. racemosus</i>) | | | Эндогенные спорангиоспоры с колонкой, реже конидии; зигогамия; $\frac{3}{4}$ – видов гетероталличны, $\frac{1}{4}$ – гомоталличны | Почвенные сапротрофы; Могут быть мукофильные, копрофильные виды; Некоторые – паразиты теплокровных животных и человека | Род <i>Mucor</i> ; Род <i>Rhizopus</i> : <i>R. stolonifera</i> – развивается на коробочках и волокне хлопчатника; <i>Mucor pusillus</i> – поражает ЦНС человека; <i>Absidia corymbifera</i> – вызывает заболевания бронхов и легких у человека и животных; <i>A. septata</i> – вызывает легочные микозы у людей; Род <i>Pilobolus</i> – копротрофы; Род <i>Chaetocladium</i> – паразит других муковок | |
| | | Endogonales | Крупный спорокарп | | | Зиготы и многоспоровые спорангии без колонки в спорокарпе | Почвенные или сапротрофы на растительных остатках | <i>Endogone lactiflua</i> – обитает на мёртвой древесине | |
| | | Glomerales | Везикулярно–арбускулярная микориза | | | | Половой процесс неизвестен | Микоризные грибы, облигатные симбиотрофы, образующие эндотрофную арбускулярную микоризу с травянистыми растениями (АМ–грибы) | Род <i>Glomus</i> ; <i>Geosiphon pyriforme</i> (внутриклеточный эндосимбионт – <i>Nostoc</i>) |
| | | Entomophthorales | Мицелий в зрелом состоянии многоклеточный, клетки – многоядерные | | | | Конидии | Паразиты насекомых, шляпочных грибов, водорослей, заростков папоротников; некоторые – копрофилы | <i>Entomophthora muscae</i> – возбудитель «осенней болезни мух»; <i>Basidiobolus ranarum</i> – обитает на экскрементах лягушек и ящериц |

| Отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Жгутики | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|------------|---------------|--------------|--|---------|---|--|--|---|
| Zigomycota | Zigomycetes | Zoopagales | Мицелий очень тонкий, сначала неклеточный, но в дальнейшем становится многоклеточным; Поверхность гиф клейкая (для улавливания подвижных животных-хозяев); Таллом у всех видов редуцирован | | | Конидии | Облигатные паразиты или хищники почвенных амёб, нематод, личинок насекомых | Род <i>Zoopage</i> и Род <i>Endocochlus</i> – паразитируют на амёбах; Род <i>Stylopage</i> ; Род <i>Piptocephalis</i> |
| | Trichomycetes | Harpellales | | | | Зигогамия; трихоспоры | | <i>Harpella melusina</i> – растёт на мошках |
| | | Asellariales | | | | Артроспоры | | |
| | | Escriniales | Небольшие одноосевые талломы | | В клеточной стенке содержится целлюлоза, хитина нет | Эндогенные спорангиеспоры в одно-/многоспоровых спорангиях | Прикрепляются к кишечнику или хитиновому покрову членистоногих подушкообразной присоской | |
| | | Amoebidales | Амебоидная стадия | | В клеточной стенке содержится галактозамин и галактан | Спорангиеспоры | | |

НАДОТДЕЛ ДИКАРИОМИЦЕТЫ (DIKARYOMYCOTERA)

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|--|---|---|---|---|--|--|
| Общая х-ка | | | Мицелий с септами разного строения, имеющими центральную пору; Таллом преимущественно мицелиального строения, в отдельных группах – дрожжеподобный или имеется дрожжеподобная стадия в ЖЦ; Тенденция к образованию плодовых тел | Нет (в дальнейшем столбец будет удален!) | Клеточная стенка хитин – глюканового типа с разной долей участия хитина | Наличие в ЖЦ дикариотической фазы разной продолжительности; Бесп. р: конидии; Отсутствие подвижной стадии | | |
| Ascomycota, или сумчатые грибы | Общая х-ка | | Дрожжи/микроскопические грибы/грибы с плодовыми телами (аскоми); Вегетативное тело – разветвленный гаплоидный мицелий, состоящий из одно/многоядерных клеток; Септы в мицелии образованы упорядочно, в центре септы есть пора | | Содержание хитина ~20–25% (у некоторых до 60%) | Образование мейоспор эндогенно, в сумках, или асках; обычно в аске 8 аскоспор; Анаморфа – стадия бесп. размножения; Коремии; Спородохии; Пикниды; Ложа. Телеоморфа – стадия полового размножения; Гаметангиогамия; Дикарион | Очень разнообразные эколого-трофические группы | |

| Отдел | Под-отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|------------|---|-----------------|-------------|---|---|--|--|--|
| Ascomycota | Taphrinomycotina, или Archiascomycotina | Taphrinomycetes | Taphrinales | Сумки расположены плотным слоем на мицелии под кутикулой пораженных органов; плодовых тел нет; дикариотический мицелий распространяется под эпидермисом и по межклетникам в тканях растений; мицелий одно/многолетний | Могут синтезировать фитогормоны, стимулирующие рост – β-индолилуксусную кислоту, вещества типа цитокининов, а также стимулировать их синтез самим растением | Гетероталлизм; Аскоспоры зимуют в трещинах коры, почках; Дикариотизация происходит весной | Паразиты высших растений, вызывают гипертрофию и деформацию органов | Род <i>Taphrina</i> – часто паразиты розоцветных, березовых, ивовых, буковых и др.; <i>T. pruni</i> – поражает сливу, вишню, черемуху, вызывает «дутые плоды», «ведьмины метла» |
| | Saccharomycotina, или Hemiascomycotina | Saccharomycetes | | Примитивные; Нет плодовых тел; сумки развиваются на мицелии – из зиготы, без участия аскогенных гиф; У рода <i>Dipodascus</i> образуется хорошо развитый мицелий; сумки – цилиндрические, многоспоровые; У дрожжей настоящий мицелий отсутствует; сумки из одиночных клеток; могут формировать псевдомицелий; <i>Saccharomyces cerevisiae</i> : Клетки овальные, сумки содержат 4 аскоспоры, вид гетероталличен | Биохимия дрожжей: Способны к спиртовому брожению (субстрат – сахар); <i>Eremothecium ashbyi</i> и <i>E. gossypii</i> – сверхсинтетики рибофлавина | Отсутствует дикариотическая фаза; +[для дрожжей]: Размножаются почкованием; половой процесс: копуляция двух вегетативных клеток; Типы смены ядерных фаз: гаплобионты/ продолжительная диплофаза/ гаплоидные только аскоспоры | Большинство сапротрофы; Некоторые паразиты; Экология дрожжей: Растут на субстратах, богатых сахарами; (некоторые растут в присутствии больших конц. сахара (осмофилы)); Также, растут на субстратах, богатых белками, солями (могут выделяться из морской воды, растут на рассоле) | Род <i>Eremothecium</i> – паразиты, развиваются на лесном орехе, фисташках и плодах др. растений; Род <i>Dipodascus</i> – паразиты, развиваются на пластинках осеннего опенка; <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (пекарские дрожжи) – сущ. только в культуре |
| | Euascomycotina, или Pezizomycotina | Общая x-ка | | Типы аском: 1) Клейстотеций – округлое, полностью замкнутое плодовое тело; стерильные элементы парафиз отсутствуют; сумки в аскоме располагаются неупорядоченно; пассивное освобождение аскоспор; 2) Перитеции – полузамкнутые округлые тела, с узким отверстием – остиолой – на вершине; имеют пери-/парафизы; аскоспоры освобождаются активно; 3) Апотеции – блюдцевидные широкие тела; имеют гимений (гипо/субгимений), эксципул | | Аскогенные гифы – дикариотическая фаза; диплофаза очень короткая; Все структуры аском и аскостром (кроме аскогенных гиф – формируются гаплоидным мицелием | | |

| Отдел | Под-отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|---|--|---|---|--|
| Ascomycota | Euascomycotina, или Pezizomycotina | Eurotiomycetes, или Plectomycetes | Onygenales | Клейстотеции микроскопические | Дерматофиты обладают кератинолитической активностью | Большинство анаморфы; Конидии таллического типа – артроконидии и алевриоконидии | Сапротрофы (некоторые кератинофилы); Паразиты – вызывают дерматомикозы: Дерматофиты: 1) геодерматофиты (обитают в почве); 2) зоофильные; 3) антропофильные | <i>Бластомикоза</i> и <i>гистоплазмоза</i> – диморфные грибы: в природе существуют в мицелиальном виде, а в тканях макроорганизма – в дрожжевом |
| | | | Eurotiales | Клейстотеции мелкие, в сумках 2–8 аскоспор; Для рода <i>Aspergillus</i> : Простые конидиеносцы; Фиалиды – конидиогенные клетки; Род – анаморфный; Для рода <i>Penicillium</i> : Конидиеносцы имеют вид кисточки | При развитии на пищевых продуктах образуют митотоксины (афлатоксины, патулин, рубратоксины); Могут синтезировать антибиотики; Виды рода <i>Eurutium</i> могут разлагать целлофан, резину, пластмассу | Большинство анаморфы; Фиалоконидии; | Сапротрофы; некоторые – термофилы: развиваются на саморазогревающихся субстратах (компост, влажное сено) при t = 30–60°C (род <i>Eurutium</i>); Некоторые вызывают заболевания животных и растений | <i>Penicillium italicum</i> и <i>P. digitatum</i> – поселяются на плодах цитрусовых; <i>Aspergillus fumigatus</i> – вызывает аспергиллез у животных и человека; <i>A. flavus</i> – частно развивается на арахисе, зерне и др. кормах, образуется афлатоксины |
| | | Sordariomycetes | Sordariales | Кувшиновидные перитеции; цилиндрические, реже булавовидные сумки; есть парафизы; аскоспоры выбрасываются активно; Для рода <i>Chaetomium</i> : Перитеции грушевидные или шаровидные, покрыты волосками | | Гаметангиогамия; | Сапротрофы, обитающие на растительных остатках, в почве, навозе травоядных животных; | Род <i>Chaetomium</i> – разлагают растительный опад; Род <i>Sordaria</i> ; <i>Neurospora crassa</i> – вид гетероталлический; |
| | | | Ophiostomatales | Тёмноокрашенный перитеции; парафизы отсутствуют; имеются перифизы | В клеточной стенке содержится целлюлоза и рамноза; Могут образовывать цератоульмин | | Паразиты высших растений или сапротрофы на растительных остатках, навозе | <i>O. ulmi</i> – возбудитель голландской болезни вязов; <i>Graphium ulmi</i> – конидии переносятся на теле жуков–короедов |
| | | | Diaporthales | Перитеции; парафизы отсутствуют; имеются перифизы; сумки на ножках | | Агрегации конидиеносцев | Паразиты высших растений | <i>Gnomonia erythrostroma</i> – вызывает скручивание листьев вишни и черешни; <i>Cryphonectria parasitica</i> – вызывает рак коры у каштанов – мицелий распространяется в камбии, вызывая гипертрофию тканей |

| Отдел | Под-отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители | |
|------------|------------------------------------|----------------------------------|---|--|---|--|---|--|--|
| Ascomycota | Euascomycotina, или Pezizomycotina | Sordariomycetes | Xylariales | Строматические грибы; перитеции погружены в строму; широкий гимений; аскоспоры бесцветные или тёмноокрашенные, одноклеточные или с перегородками | | Имеется анаморфа | Сапротрофы, некоторые – копротрофы; встречаются паразиты; | Род <i>Poronia</i> – копротрофы; <i>Rosellinia necatrix</i> – вызывает белую гниль у винограда | |
| | | | | Общая характеристика порядка: | | Анаморфа; Плеоморфизм; Частно две конидиальные стадии | Паразиты растений (цветковые, мхи, папоротники), водорослей, миксомицетов, лишайников, др. грибов, членистоногих (насекомые); Сапротрофы в почве, на древесине, раст. остатках; могут быть копротрофами | | |
| | | | Семейства | Перитеции с мягким или мясистым перидием, развиваются в субикулюме* или в стромах; Стромы могут быть базальными или компактными * – поверхностное мицелиальное сплетение на субстрате | | | | | |
| | | | Nectriaceae | | | | Сапротрофы/паразиты; | <i>N. cinnabarina</i> – сапротроф, может развиваться как раневой паразит; <i>N. galligena</i> – вызывает рак яблони; <i>Gibberella zeae</i> – паразит злаковых | |
| | | | Нуроцеаеа | | <i>T. viride</i> – используется в промышленности для получения целлюлаз | Анаморфа | Сапротрофы | <i>T. viride</i> | |
| | | Слорыньевые, или Clavicipitaceae | Хорошо развиты стромы, они развиваются на пораженных органах растения-хозяина, или из склероциев; сумки очень длинные, цилиндрические; аскоспоры нитевидные | Эндифиты могут выделять алкалоиды, для защиты зараженного растения от поедания травоядными животными, поврежденных насекомых и инфекций другими грибами | Анаморфа; склероции | Паразиты растений и членистоногих; Немногие – сапротрофы | <i>Epichloe typhina</i> – возбудитель чехловидной болезни многолетних злаков; Род <i>Cordyceps</i> | | |

| Отдел | Под-отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители | |
|------------|------------------------------------|------------------------------|---|---|--|--|-------------------------------|---|--|
| Ascomycota | Euascomycotina, или Pezizomycotina | Leotiomycetes | Leotiales | Небольшие апотеции; аскоспоры многоклеточные; Для рода <i>Monilinia</i> характерно образование полых склероциев | | Сперматизация; Анаморфа или отсутствует | Сапротрофы/паразиты растений | <i>Lachnellula willkommii</i> – возбудитель рака лиственницы; <i>Pseudopeziza ribis</i> – возбудитель антракноза смородины; <i>Monilinia fructigena</i> – вызывает плодовую гниль яблок и груш; <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> – вызывает белую гниль у растений; <i>Botryotinia fuckeliana</i> – вызывает серую гниль у растений/плодов | |
| | | | | Rhytismatales | Апотеции в стромах; апотеции и стромы – черные; аскоспоры имеют разнообразную форму | | | Паразиты/сапротрофы | <i>Rhytisma acerinum</i> – вызывает черную пятнистость листьев клена; <i>Lophodermium pinastri</i> – поражает хвою сосны |
| | | | Pezizales | Семейства | Сумки с крышечкой; апотеции типичного строения; в гимении парафизы; Род <i>Peziza</i> – чашевидные апотеции | | Телеоморфы/ анаморфы | Сапротрофы, реже паразиты; Карбофилы (<i>Peziza</i>) | Род <i>Peziza</i> |
| | | | | Ascobolaceae | Мелкие апотеции; аскоспоры пурпурные/бесцветные | | Гетероталличны; Сперматизация | Копротрофы | <i>A. stercorarius</i> |
| | | Helvellaceae и Morchellaceae | | Апотеции крупные; сморчки образуют эктотрофную микоризу с различными деревьями | Выбрасывание аскоспор у сморчков происходит постепенно и регулируется интенсивностью солнечной радиации; У <i>Gyromitra</i> в апотециях образуется токсин – гиромитрин | Мейотические споры полового размножения формируются эндогенно, внутри специализированных вместилищ | Эктотрофная микориза | <i>Morchella</i> – сморчок; <i>Gyromitra</i> – строчок | |
| | | Tuberaceae | Апотеции крупные, клубневидной формы, подземные; Светлые полосы на разрезе плодового тела – внутренние вены, темные полосы – внешние; Освобождение аскоспор пассивное | | | | Микоризообразователи | <i>Tuber melanosporum</i> – чёрный французский трюфель, образует микоризу с дубом, буком и грабом | |

| Отдел | Под-отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|------------|------------------------------------|-------------------|----------------|---|---------------------------|-----------------------------|--|---|
| Ascomycota | Euascomycotina, или Pezizomycotina | Erysiphomycetes | Erysiphales | Клейстотеции; сумки пучком/слоем; активное освобождение аскоспор | | | Ксерофилы; Облигатные паразиты высших растений; заболевание – «мучнистая роса» | <i>Blumeria graminis</i> ; <i>Sphaerotheca mors uvae</i> – возбудитель «мучнистой росы» крыжовника; <i>Uncinula necator</i> – возбудитель пероноспоры винограда |
| | | | Общая х-ка | Сумки образуются в аскостромах: сумки формируются в полостях ткани стромы – локулах, каждая аскострома может содержать одну или несколько локул; у некоторых имеются псевдопарафизы | | | | |
| | | Loculoascomycetes | Mutlangiales | Развитие аскостромы по типу «эльсиное»: в каждой локуле аскостромы только одна сумка | | | (Суб)тропические виды; Паразиты растений, насекомых, грибов | <i>Elsinoe veneta</i> – возбудитель антракноза малины |
| | | | Dothideales | Развитие аскостромы по типу «псевдосферия» либо «дотидея» | | Анаморфа | Сапротрофы/паразиты | <i>Mycosphaerella tulipiferae</i> – паразит тюльпанного дерева; <i>M. fragariae</i> – вызывает белую пятнистость листьев земляники; <i>M. lini</i> – «пасмо» льна |
| | | | Pleosporales | Развитие аскостромы по типу «плеоспоры» | | | Сапротрофы, некоторые – копротрофы; Паразиты растений | <i>Venturia inaequalis</i> – возбудитель парши яблок; <i>Venturia pirina</i> – возбудитель парши груши; <i>Cochliobolus heterostrophus</i> – возбудитель «южной гнили» кукурузы |
| | | Laboulbeniomyces | Laboulbeniales | Таллом немикелиальный. Рецептакул тканевого строения. Сумки в перитециях; пассивное освобождение аскоспор | | Сперматизация | Облигатные паразиты на наружных хитиновых покровах насекомых и клещей | |

Basidiomycota, или базидиальные грибы

| Отдел | Класс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|--|------------------------------------|---|---|---|--|--|--|
| Basidiomycota | Ustilaginomycetes, или Ustomycetes | Ustilaginales | <p>[характерно для всего класса]: Мицелий с простыми септами равномерной толщины или утолщенными к центральной поре. Парентосомы отсутствуют. Поры часто прикрыты колпачками/дисками мембранного происхождения; плодовых тел нет; базидиоспоры отделяются пассивно.</p> <p><u>Типы базидиев головневых:</u></p> <p>1) Септированные базидии, 2) Несептированные базидии (холобазидии)</p> <p><u>Типы заражения растения головневыми грибами:</u></p> <p>1) Устоспоры удерживаются на семенах или сохраняются в почве и прорастают на прорастающем семени до образования всходов; пример: <i>Tilletia caries</i>, <i>Ustilago laevis</i>, <i>Urocystis occulta</i>. 2) Эмбриональная инфекция – устоспора прорастает на рыльце цветка, мицелий заражает эндосперм и зародыш; пример: <i>U. tritici</i>, <i>U. nuda</i>. 3) Местное поражение органов; пример: <i>U. maydis</i></p> | | Устоспоры; Гаплоидная фаза дрожжеподобна; Споридии и базидиоспоры – гаплоидные; Соматогамия; Гетероталличны; | Паразиты травянистых покрытосеменных (ок. 70% развиваются на однодольных); Некоторые паразитируют на деревьях, лианах, кустарниках – найдено 30 видов; можжевельнике – 1 вид; папоротниках – 2 вида | Семейство Ustilaginaceae: Род <i>Ustilago</i> ; Семейство Tilletiaceae: Род <i>Tilletia</i> |
| | | Exobasidiales | Холобазидии формируются под мицелием; простые септы с колпачками | | Устоспор нет; Гомоталличны; | Паразиты растений | <i>Exobasidium vaccinia</i> – обитает на бруснике, голубике; <i>E. vexans</i> – возбудитель заболевания чайного куста |
| | Подкласс | Общая характеристика подкласса: Гетеробазидии, у немногих – холобазидии; базидиоспоры одноклеточные; плодовые тела – базидиомы, гимениального типа; долипоровые септы с неперфорированными парентесомами | | | Сапротрофы | | |
| | Basidiomycetes | Heterobasidiomycetidae | пор. Auriculariales Базидиомы студенистые, разнообразной формы | | | Сапротрофы на древесине | Род <i>Auricularia</i> |
| | | | пор. Dasyscymetales Гетеробазидиальные грибы с вильчатой базидией; базидиомы яркие, студенистые или хрящеватые | | | Сапротрофы на опавших ветках или гниющей древесине | <i>Calocera viscosa</i> |
| пор. Ceratobasidiales Холобазидии; базидиомы паутиновые, малозаметные | | | | Паразиты/ Микоризообразователи с орхидными | Род <i>Ceratobasidium</i> ; Род <i>Thanatephorus</i> | | |

| Отдел | Класс | Подкласс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|---------------|----------------|----------------------|--------------------------------------|---|---------------------------|---|--|---|
| Basidiomycota | Basidiomycetes | Tremellomycetidae | Tremellales | Тремеллоидные гетеробазидии; студенистые оранжевые/желтые базидиомы | | | Сапротрофы на древесине или микопаразиты | <i>Tremella mesenterica</i> ; <i>T. fuciformis</i> |
| | | | Filobasidiales | Диморфные базидиомицеты – базидиальные дрожжи | | Гетероталличны | Обитают на различных частях растений, некоторые – могут вызывать заболевания у животных и человека | Cryptococcus neoformans – вызывает криптококкоз у животных (кроме птиц) и человека |
| | | Homobasidiomycetidae | Общая х-ка подкласса | Гомобазидии формируются на поверхности, либо внутри базидиом; Типы плодовых тел: 1) Гимениальный тип; 2) Гастеральный тип; Трама – стерильная мякоть; Типы гименофора: 1) Пластинчатый; 2) Трубчатый; 3) Лабиринтовидный; 4) Шиповатый | | Гаплоидная и дикариотическая фазы – мицелиальные; Большинство гетероталличны | Большинство – сапротрофы есть также симбиотрофы и паразиты | |
| | | | <i>Афиллофороидные базидиомицеты</i> | | | | | |
| | | | Polyporales | Семейство Corticiaceae – полифилетичная группа! Гименофор гладкий, отдельные виды с трубчатым; В гимении присутствуют цистиды и гифиды. Семейство Rogiaceae (Трутовиковые) – полифилетичная группа! Плодовые тела + геотропичны; гименофор трубчатый. Семейство Ganodermataceae: Крупные шляпочные грибы; тропические ксилотрофы. Семейство Polypogonaceae: Гименофор трубчатый, однослойный; ксилотрофы. | | | Ксилотрофы подстилочные/почвенные сапротрофы некоторые – паразиты | <i>Phlebiopsis gigantea</i> – антагонист корневой губки; <i>Phanerochaete chrysosporium</i> – способен разрушать лигнин; <i>Gloephyllum seriarium</i> – заборный гриб; <i>G. applanatum</i> – плоский трутовик; <i>G. lucidum</i> – лакированный трутовик; <i>P. squamosus</i> – чешуйчатый трутовик; <i>P. umbellatus</i> – трутовик разветвленный |

| Отдел | Класс | Подкласс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители | | |
|---------------|----------------|-----------------------------------|---|---|---|-----------------------------|---|---|---|--|
| Basidiomycota | Basidiomycetes | Homobasidiomycetidae | Hymenochaetales | Трутовые грибы; базидиомы и их тела бурые; у большинства гименофор трубчатый; в гимении присутствуют щетинки; нет пряжек на мицелии | | | Паразиты/Сапротрофы | <i>Phellinus tremulae</i> – ложный осиновый трутовик – паразитирует на осине; <i>P. pini</i> – сосновая губка; <i>P. igniarius</i> – ложный трутовик, паразит на березах; <i>Onnia tomentosa</i> – сапротроф на мертвой древесине; | | |
| | | | Cantharellales | У лисичковых плодовые тела однолетние; гименофор разных типов: пластинчатый, шиповатый и тд.; Стихи– и хиастобазидии | | | Сапротрофы/ Некоторые – микоризообразователи | <i>Cantharellus cibarius</i> – лисичка желтая; <i>C. cornucopioides</i> – серая лисичка; Род <i>Hudnum</i> – ежевик | | |
| | | | Telephorales | Гладкий или шиповатый гименофор | | | Сапротрофы в почве/ опаде/ на древесине некоторые – микоризообразователи | Род <i>Thelephora</i> | | |
| | | <i>Агарикоидные базидиомицеты</i> | | | | | | | | |
| | | Общая х –ка агарикоидных | Базидиома = шляпка + ножка; базидиомы однолетние; Гименофор трубчатый/пластинчатый; Типы трам: 1) Правильная; 2) Неправильная; 3) Неправильная гетеромерная; 4) Билатеральная; 5) Инвертированная. Типы прикреплений пластинок гименофора к ножке: 1) Приросшие; 2) Свободные; 3) Неизбегающие. Типы развития плодовых тел: 1) Гименокарпный; 2) Гемангиокарпный. Базидиоспоры асимметричны, с хилумом; Мицелий одно/многолетний | | | | | | Большинство сапротрофы и симбиотрофы; редко паразиты | |
| | | Homobasidiomycetidae | Boletales | Трубчатый/ пластинчатый гименофор; Трама билатеральная; Семейство Boletaceae: гименофор трубчатый; симбиотрофы; Семейство Paxilaceae – свинушковые; гименофор пластинчатый; Семейство Gomphidiaceae – мокруховые; гименофор пластинчатый; симбиотрофы | В мицелии и базидиомах присутствуют производные пульвиновой к–ты или L–ДОФА | | | Сапротрофы Симбиотрофы | Семейство Boletaceae: <i>B. edulis</i> – белый гриб; <i>Leccinum aurantiacum</i> – подосиновик; <i>L. scabrum</i> – подберезовик; <i>Suillus luteus</i> – маслята; <i>B. subtomentosus</i> – моховик; Семейство Paxilaceae: Род <i>Paxilaceae</i> – свинушка; Семейство Gomphidiaceae: <i>Gomphidius glutinosus</i> – мокруха еловая | |

| Отдел | Класс | Подкласс | Порядок | Строение тела, характерные особенности строения | Биохимические особенности | ЖЦ; Особенности размножения | Тип питания. Экология | Представители |
|---------------|----------------|----------------------|------------|--|--|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| Basidiomycota | Basidiomycetes | Homobasidiomycetidae | Agaricales | <p>Семейство Tricholomataceae – рядовковые: Гименофор пластинчатый; пластинки: приросшие или нисходящие; трама (не)правильная; разнообразные эколого–трофические группы;</p> <p>Семейство Pleurotaceae – вешенковые: См. предыдущее сем–во + обычно ксилотрофы</p> | | | | <p>Семейство Tricholomataceae: Род <i>Tricholoma</i>; Род <i>Clitocybe</i> – говорушка; Род <i>Mycena</i>; Род <i>Collybia</i>; <i>Armillaria mellea</i> – опенок осенний; <i>Flammulina velutipes</i> – зимний гриб;</p> <p>Семейство Pleurotaceae: Род <i>Pleurotus</i> – вешенка;</p> <p>Семейство Amanitaceae: <i>Amanita muscaria</i> – мухомор красный; <i>A. virosa</i> – белая поганка;</p> <p>Семейство Pluteceae: Род <i>Pluteus</i> – плютей;</p> <p>Семейство Agaricaceae: Род <i>Agaricus</i> – шампиньон; Род <i>Macrolepiota</i> – гриб – зонтик;</p> <p>Семейство Coprinaceae: Род <i>Coprinus</i> – навозник;</p> <p>Семейство Strophariaceae: <i>Huipholoma fasciculare</i> – ложноопенок серно–желтый; <i>Kuehneromyces mutabilis</i> – летний опенок;</p> <p>Семейство Cortinariaceae: Род <i>Cortinarius</i> – паутинник; Род <i>Inocybe</i> – волоконница</p> |
| | | | | <p>Семейство Amanitaceae – мухоморовые:</p> <p>Пластинки свободные; базидиомы развиваются гемиангиокарпно</p> | <p>Токсины мухоморовых:</p> <p><u>Бледная поганка:</u> Фаллоидины Аманитины Аманин</p> <p><u>Мухомор красный:</u> Иботеновая кислота Мускарин Мускариндин Холин Бетаин Буфотенин</p> | | | |
| | | | Russulales | Гетеромерная трама | | | Почти все виды – микоризообразователи | <p>Семейство Russulaceae – Сыроежковые: Род <i>Lactarius</i> – млечник; <i>L. deliciosus</i> – рыжик; <i>L. torminosus</i> – волнушка; <i>L. resimus</i> – груздь настоящий; <i>R. delica</i> – подгруздок белый; <i>R. foetens</i> – валуй</p> |

Basidiomycota

Basidiomycetes

Homobasidiomycetidae

Гастероидные базидиомицеты

| Гастероидные базидиомицеты | | | | | |
|----------------------------|---|--|--|---|--|
| Общая характеристика | Плодовые тела гастерального типа; развитие базидиом ангиокарпно; плодовые тела могут быть подземными; статисмоспоры; может иметься рецептакул. Базидиомы одеты перидием (экзо/эндоперидий). Глеба – спороносная часть; Типы плодовых тел у гастероидных: 1) Равномерный 2) Лакунарный 3) Кораллоидный, или форатный 4) Аулеатный 5) Многошляпочный; 6) Одношляпочный | | | Часто обитают на открытых пространствах степей, (полу)пустынь, лесов. Симбиотрофы/ сапротрофы/ редко паразиты | |
| Tulostomatales | Равномерный тип развития базидиом; плодовые тела наземные; копиллиций; перидий двухслойный | | | | Род <i>Tulostoma</i> ; Род <i>Battarea</i> |
| Sclerodermatales | Лакунарный тип развития базидиом; перидий однослойный | | | | <i>Scleroderma citrinum</i> – ложнодождевик обыкновенный; Род <i>Pisolithus</i> |
| Lycoperdales | Кораллоидный/лакунарный типа развития базидиом; в камерах глебы базидии образуются гимений; перидий из 2–4 слоев | | | Ксилотрофы | Род <i>Lycoperdon</i> – дождевики; Род <i>Geastrum</i> – звездовики |
| Nidulariales | Лакунарный тип развития базидиом; перидиоли | | | Ксилотрофы | Род <i>Nidularia</i> – гнездовка; Род <i>Cyathus</i> – бокальчик; Род <i>Sphaerobolus</i> – сфероболус |
| Hymenogastrales | Аулеатный тип развития базидиом; плодовые тела подземные; перидий одно-/многослойный | | | Лесные микоризообразователи | Род <i>Rhizopogon</i> – ризопогон |
| Phallales | Обладают резким неприятным запахом; имеется рецептакул; индузии | | | (Суб)тропические виды | <i>Anthurus javanicus</i> – цветохвостник яванский; <i>Clathrus ruber</i> – решеточник красный; <i>Phallus impudicus</i> – веселка обыкновенная; <i>Mutinus caninus</i> – мутинус собачий |

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ❖ Дьяков Ю.Т. Ботаника, курс альгологии и микологии; под редакцией профессора; издательство Московского универ–та 2007.
- ❖ Орлов Б.Н. Ядовитые животные и растения СССР: Справочное пособие для студентов вузов по спец. «Биология», 1990.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ

- ❖ Fungal Endophytes in Plants (2018), Gary A. Strobel.
- ❖ Fungi: Biology and Applications (2017), Kevin Kavanagh.
- ❖ The Kingdom Fungi: The Biology of Mushrooms, Molds, and Lichens (2010), Steven L. Stephenson.
- ❖ Красников А.С. Протисты: характеристика одноклеточных эукариотических организмов, 2020.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/explorer/Investigation.html?#id=7910

https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/434417/Kak_parazity_manipuliruyut_svoimi_khozyaevami

https://elementy.ru/kartinka_dnya/1086/Griby_kurilshchika

https://elementy.ru/kartinka_dnya/23/Svetyashchiesya_griby

https://elementy.ru/kartinka_dnya/138/Gribnoy_zapakh

https://elementy.ru/kartinka_dnya/373/Drevesnaya_gnil

https://elementy.ru/kartinka_dnya/429/Muravey_zombi

https://elementy.ru/kartinka_dnya/453/Gribnoe_sozhitelstvo

https://elementy.ru/kartinka_dnya/817/Simbioz_ptits_i_gribov

https://elementy.ru/novosti_nauki/430948/Griby_kotorym_milliard_let

https://elementy.ru/novosti_nauki/433461/Predlozhena_pervaya_filogeneticheskaya_klassifikatsiya_miksomitsetov