

Пищевая микробиология 2 Грибы

Мудрецова - Висс

Грибы – обширная и разнообразная группа растительных организмов, многие из которых называют плесенями. Они не имеют хлорофилла, не способны к синтезу органических веществ из углекислого газа и для развития нуждаются в готовых органических веществах.

В природе грибы обитают на разных субстратах: в воде, почве, на растениях и животных.

Многие грибы употребляют в пищу, используют в промышленных производствах для получения органических кислот, витаминов, ферментов, антибиотиков.

Многочисленны грибы, развивающиеся на пищевых продуктах, промышленных материалах и изделиях, вызывающие их порчу и разрушение. Некоторые из них способны вырабатывать токсические для человека вещества – микотоксины.

Существуют грибы, которые поражают культурные растения в процессе их вегетации, нанося большой урон сельскому хозяйству. Имеются грибы, патогенные для человека и животных. Строение тела гриба. Вегетативное тело большинства грибов представляет собой грибницу, или мицелий, состоящий из ветвящихся нитей – гиф.

Тело некоторых грибов представляет собой одиночные округлые или удлинённые клетки (дрожжи). Не имеют мицелиального строения и низшие, наиболее примитивные формы; вегетативное тело большинства из них представляет собой протопласт без клеточной стенки (оболочки). У одних грибов мицелий клеточный – гифы разделены перегородками (септами) на клетки, часто многоядерные; у других – мицелий неклеточный, гифы не имеют перегородок и весь мицелий представляет собой как бы одну гигантскую клетку с большим числом ядер (рис. 7).

Толщина гиф разнообразна, размер их поперечника колеблется от 5 до 15 мкм и более

Гифы растут вершиной или концами разветвлений, в связи с чем клетки гиф неоднородны по длине. Часть мицелия развивается в субстрате (субстратный мицелий), пронизывая его и всасывая из него воду и питательные вещества. Частично мицелий развивается на поверхности субстрата (воздушный мицелий) в виде пушистых, паутинообразных или тонких налетов, пленок. Гифы отдельных грибов могут плотно переплетаться и даже срастаться между собой. У некоторых грибов гифы соединяются параллельно в тяжи, достигающие иногда нескольких метров в длину, по ним притекает вода и питательные вещества.

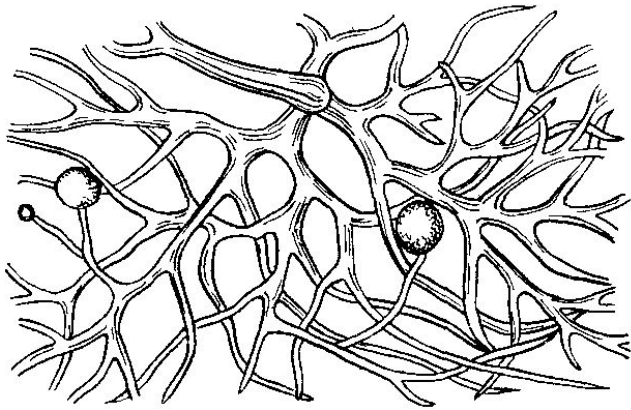
Из плотного сплетения гиф состоят так называемые плодовые тела грибов, в которых находятся органы размножения (см. с. 28).

Видоизмененным мицелием являются склероции – обычно темные, различной формы образования из плотно переплетенных гиф (см. рис. 9,6). Склероции устойчивы к неблагоприятным условиям внешней среды, богаты запасными питательными веществами.

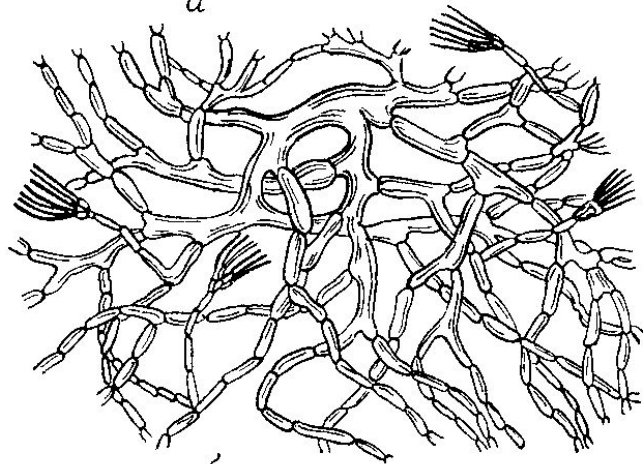
Строение клетки. Грибы имеют эукариотный тип клетки, строение ее сходно с клетками других растительных организмов, но у грибов отсутствуют пластиды (рис. 8). Клетки большинства грибов имеют многослойную клеточную стенку, состоящую на 80–90 % из полисахаридов; в небольшом количестве имеются белки, липиды, полифосфаты.

Основным полисахаридом у клеточной стенки большинства грибов является хитин, у некоторых – целлюлоза. Под клеточной стенкой расположена трехслойная цитоплазматическая мембрана.

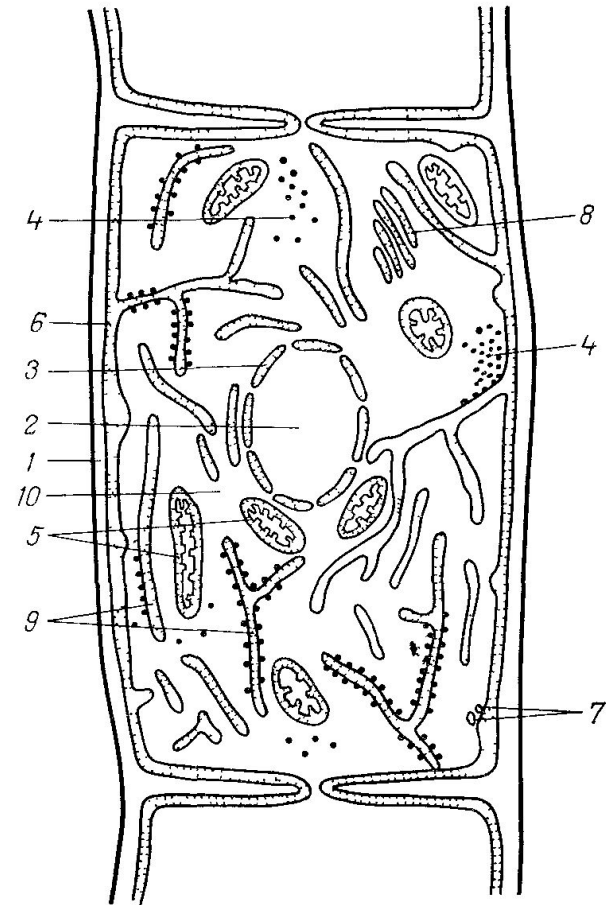
Мицелий грибов:
а – не клеточный; б – клеточный
Схема строения грибной клетки



а



б



Размножение грибов. Отличительной особенностью грибов является большое разнообразие у них способов и органов размножения. Один и тот же гриб часто имеет несколько форм размножения. При этом гриб может настолько менять свою внешнюю форму, что в каждой из них его рассматривают как самостоятельный вид. Грибы размножаются вегетативным, бесполом и половым путями.

Вегетативное размножение происходит без образования каких-либо специализированных органов: частями мицелия или отдельными клетками – о и д и я м и (артроспорами), образующимися в результате расчленения гиф (рис. 10, а), которые на питательном субстрате разрастаются в грибницу. Размножение происходит и образующимися на гифах хламидоспорами – толстостенными клетками, устойчивыми к неблагоприятным условиям (рис. 9, а).

Рис. 9. Хламидоспоры и склероции грибов:

а – хламидоспоры; б – склероции спорыньи

Рис. 10. Органы бесполого размножения грибов:

а – оидии; б – конидиеносец(1) со стеригмами (2) и конидиями(3); в – спорангиеносец со спорангием(4) и ангиоспорами (5)

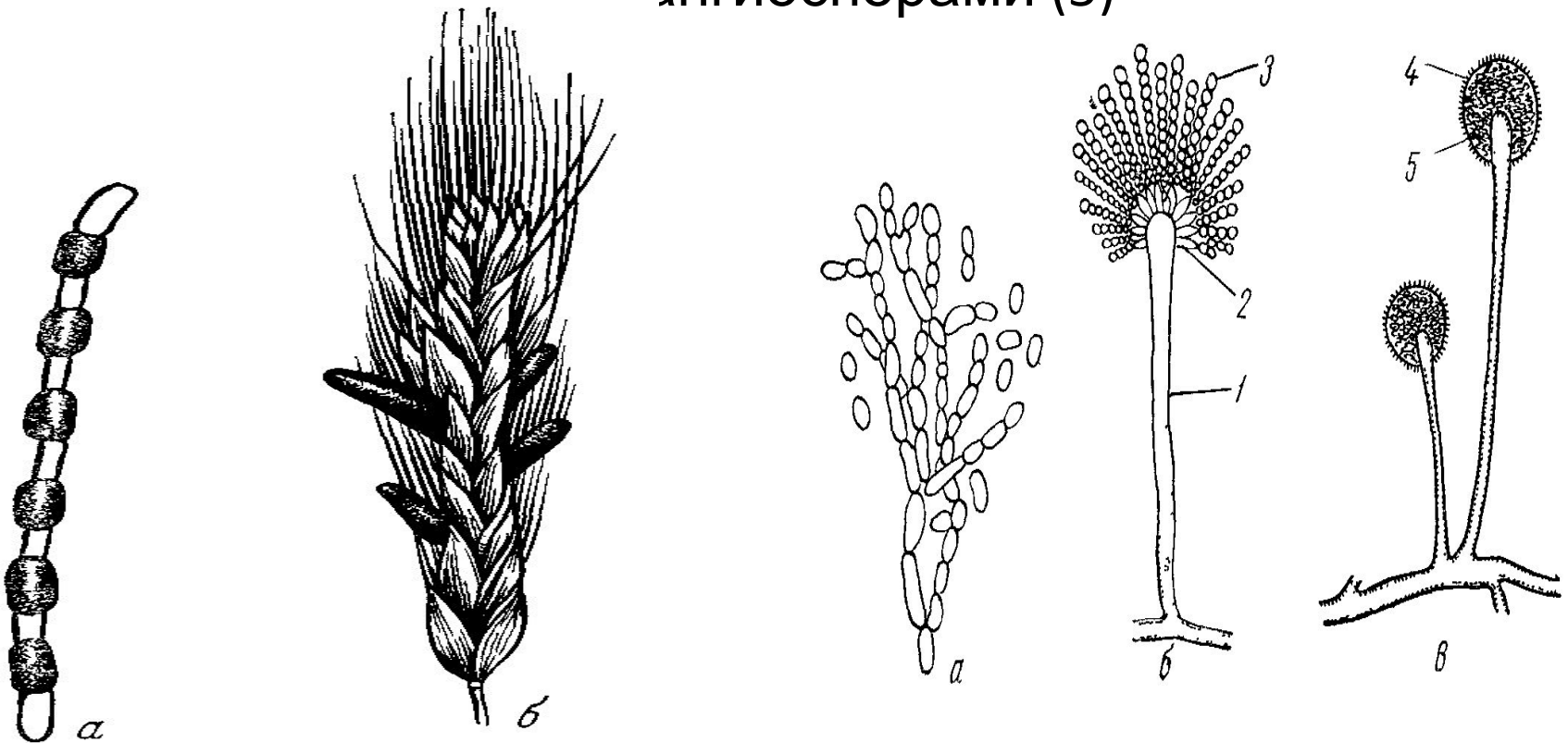
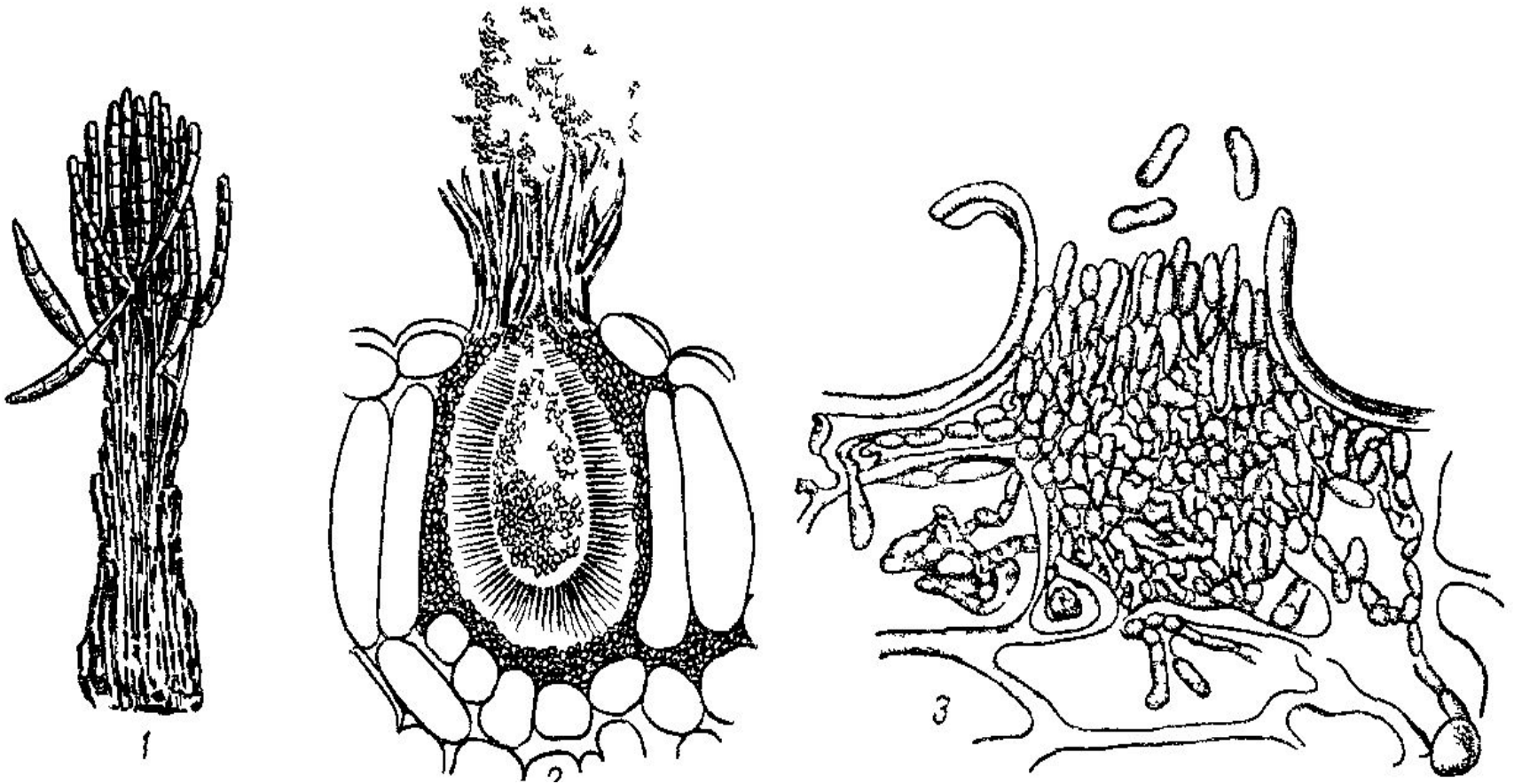


Рис. 11. Типы конидиального спороношения:
1 – коремия; 2 – пикнида; 3 – ложе



При бесполом и половом размножении образуются специализированные клетки – споры, с помощью которых и осуществляется размножение.

При бесполом способе размножения споры образуются на особых гифах воздушного мицелия, внешне отличающихся от других гиф.

У одних грибов споры образуются экзогенно (открыто) – на вершине гиф, снаружи их. Такие споры называют конидиями, а гифы, несущие их, – конидиеносцами (рис. 10,6).

Конидиеносцы развиваются на мицелии поодиночке или группами. При групповом развитии конидиеносцы одних грибов объединяются в пучки (коремии), у других – они располагаются тесным слоем в особых кувшиновидных (пикниды) или блюдцеобразных (ложе) образованиях из плотного сплетения гиф (рис. 11).

Конидии образуются непосредственно на конидиеносце или на специальных клетках, расположенных на его вершине. Эти клетки обычно имеют форму бутылочек и называются стеригмами или фиалидами. Конидии располагаются на конидиеносцах (или на стеригмах) поодиночке, группами, цепочками и т. д.

У других грибов споры образуются эндогенно – внутри особых клеток, развивающихся на концах гиф. Эти клетки –местилища спор – называют спорангиями, находящиеся **в них** споры – спорангиоспорами, а гифы, несущие спорангии со спорами, – спорангиеносцами (рис. 10, в). От несущей гифы спорангии отделены перегородкой (клеточной) растущей внутри спорангия

У некоторых грибов в спорангиях образуются подвижные споры, снабженные жгутиками, – зооспоры.

Спорангиоспоры и конидии бывают различной формы, размера и окраски, благодаря чему грибы в стадии спороношения имеют вид окрашенных налетов. Созревшие конидии осыпаются. При созревании спорангиоспор спорангии лопаются и из них высыпается споры. Конидии и спорангиоспоры пассивно разносятся потоками воздуха на большие расстояния. Попав в благоприятные условия, споры прорастают в гифы. Спорангиеносцы, и особенно конидиеносцы грибов, имеют разнообразное строение и внешний вид, типичные для отдельных представителей.

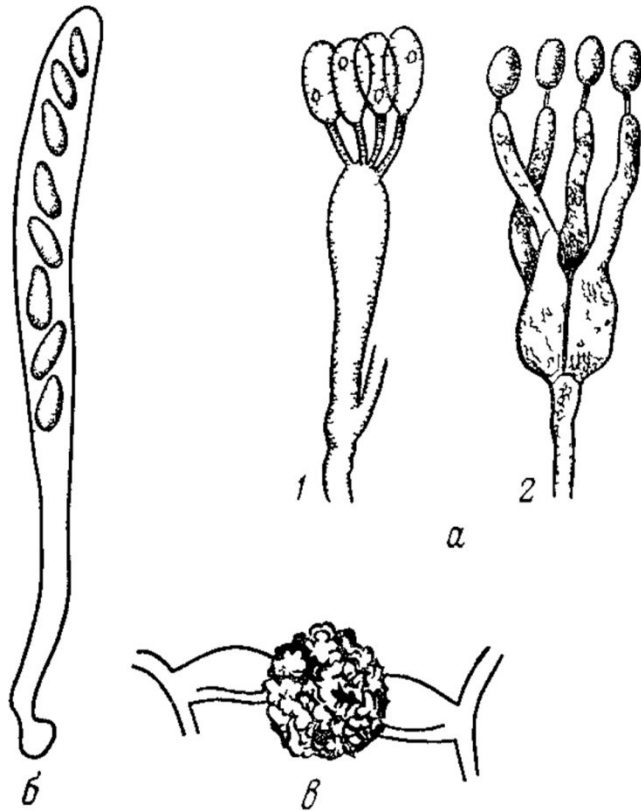
При половом размножении грибов спорообразованию предшествует половой процесс – слияние половых клеток с последующим объединением их ядер. В результате образуются специализированные органы размножения. Развитие этих органов, формы полового процесса у грибов многообразны.

У грибов с клеточным мицелием в качестве органа полового размножения образуются базидии со спорами или сумки со спорами.

Базидия представляет собой мешковидно вытянутую клетку, на которой имеются выросты – стеригмы (обычно четыре), на каждом из которых находится по одной споре. Эти споры называются базидиоспорами (рис. 12, а). Базидии бывают и многоклеточными (рис. 12, 2).

Сумка (аскус)' имеет вид цилиндрической клетки, внутри которой находятся споры (чаще восемь), называемые а с к о -спорами (рис. 12, 6). Аскоспоры бывают различной формы, бесцветны или окрашены.

а – базидии с базидиоспорами: 1 – одноклеточная базидия; 2 – многоклеточная базидия; б – сумка (аскус) с аскоспорами; в – зигоспора



- Базидии и сумки иногда располагаются на мицелии поодиночке, но большей частью они развиваются группами или слоями в особых образованиях из плотно переплетенных гиф – плодовых телах. По форме, строению и окраске плодовые тела очень разнообразны. Такими плодовыми телами являются, например, шляпка с ножкой белого гриба, сыроежки, опенка и др. У грибов с неклеточным мицелием в результате полового процесса образуется одна спора – зигоспора, или ооспора (рис. 12, в).

При развитии зигоспоры происходит слияние двух внешне неразличимых клеток мицелия, а при развитии ооспоры – слияние двух различных половых клеток.

Ооспоры и зигоспоры имеют толстую оболочку, содержат много запасных питательных веществ и способны долго сохраняться в неблагоприятных условиях.

Большинство грибов может размножаться бесполом и половым путем; такие грибы называют совершенными. Некоторые грибы не способны к половому размножению; их называют несовершенными. Особенности способов размножения и строения органов размножения используют при распознавании грибов; эти особенности лежат и в основе их классификации.

Систематика грибов

Подразделение грибов на классы основано на использовании комплекса признаков; ведущими служат строение мицелия, типы полового и бесполого размножения.

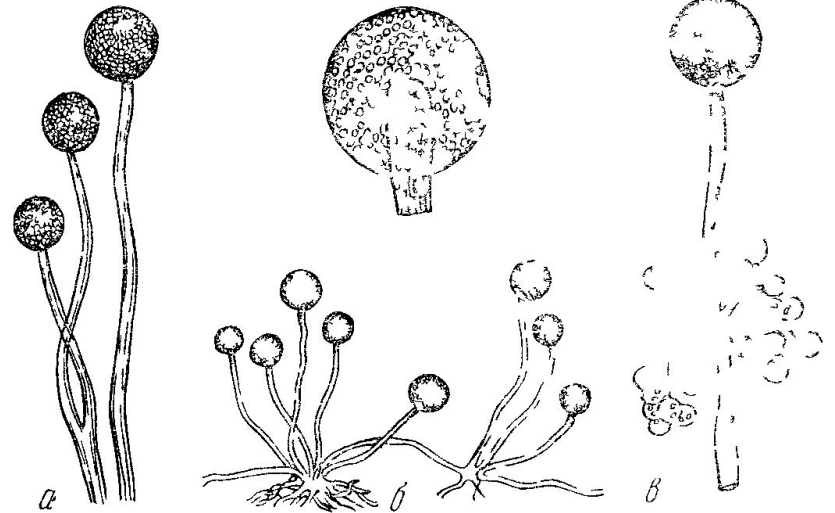
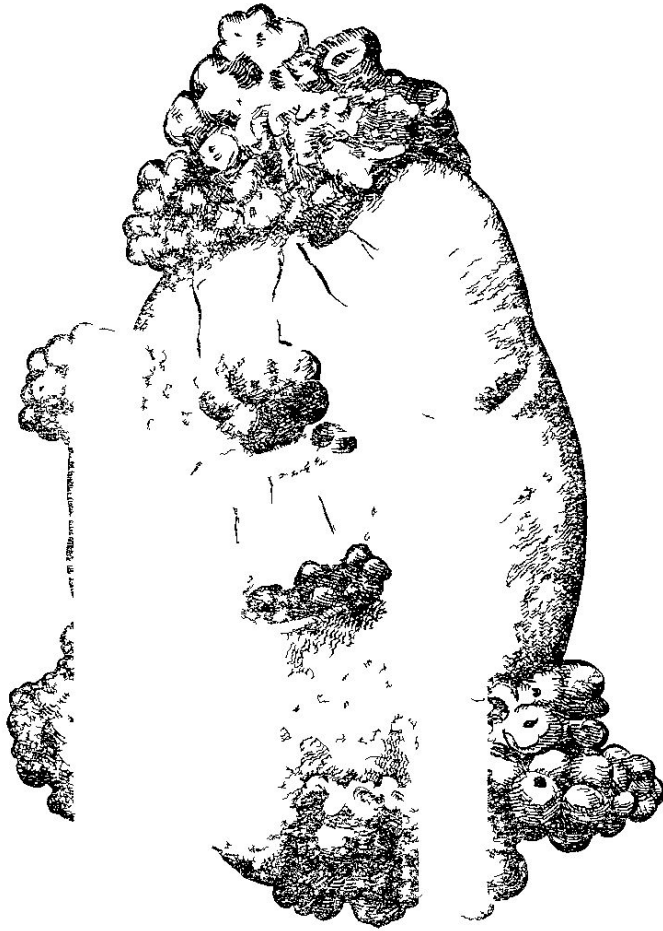
Основными классами грибов являются хитридиомицеты, оомицеты, зигомицеты, аскомицеты, базидиомицеты и дейтеро-мицеты (несовершенные грибы). Для каждого класса приведены (в качестве примеров) грибы, являющиеся распространёнными возбудителями порчи продуктов или используемые в промышленности.

Фитофтора (*Phytophthora infestans*), или картофельный гриб, поражает клубни и ботву картофеля (см. с. 228 и рис. 39). На коротких разветвленных спорангиеносцах развиваются яйцевидные или лимбовидные спорангии. Во влажной среде в них образуется несколько подвижных зооспор, которые затем прорастают в гифы. В сухой среде зооспоры не образуются, спорангий непосредственно прорастает в гифу. Фитофтора поражает также помидоры и баклажаны. Плазмодара (*Plasmopara viticola*) – гриб, вызывающий болезнь винограда, называемую мильдью или ложномучнистой росой. Гриб поражает листья и ягоды. Пораженные ягоды буреют, покрываются паутинистым налетом, состоящим из спораносцев гриба, сморщиваются и опадают. Развитию болезни благоприятствует повышенная влажность воздуха. Ооспоры плазмодары перезимовывают в почве и могут сохраняться жизнеспособными в течение нескольких лет.

Рис. 13. Рак картофеля

Рис. 14. Спорангиеносцы зигомицетов:

а – Mucor; б – Rhizopus; в – Thamnidium



Важнейшими представителями немицелиальных голосумчатых грибов являются дрожжи (см. с. 38). В группу *плодосумчатых* включены некоторые виды широко распространенных грибов родов аспергиллус и пенициллиум, способные к сумчатому спороношению. Плодовые тела у них в виде мелких шариков, образованных из плотно переплетенных гиф. Внутри этих шаровидных тел находятся сумки со спорами (см. рис. 15, в, г). Большинство видов аспергиллов и пенициллов встречаются только в конидиальной стадии и относятся к классу несовершенных грибов (см. с. 36).

Грибы рода аспергиллус (*Aspergillus*) имеют одноклеточные, неразветвленные конидиеносцы. Верхушки конидиеносцев более или менее вздуты и несут на своей поверхности располагающиеся - в один или два яруса стеригмы с цепочками конидий (рис. 15, а). Конидии различной окраски (зеленоватые, желтые, коричневые), чаще округлые. Конидиеносец по внешнему виду сходен с

Рис. 15. Конидиеносцы и плодовые тела
(клеистотеции) грибов:
в – *Aspergillus*; б – *Penicillium*; в, г – плодовые тела
(общий вид и разрез)



Спорынья (*Claviceps purpurea*) – паразит хлебных и кормовых злаков. Твердые, похожие на рожок тела темно-фиолетового цвета, образующиеся в соцветиях злаков на месте обыкновенных зерен, представляют собой склероции спорыньи (см. рис. 9,б). Опавшие на землю склероции перезимовывают, весной на них развиваются плодовые тела, в которых находятся сумки со спорами. Созревшие аскоспоры высыпаются из плодового тела и переносятся ветром на цветы злаков, где споры прорастают в спороносящий мицелий. Склероции содержат алкалоиды – вещества, токсичные для человека и животных. В прошлом заболевание эрготизм, возникавшее в связи с потреблением продуктов из зерна, зараженного спорыньей, было нередким и очень тяжелым. Повышение культуры земледелия резко снизило поражение посевов этим грибом.

К плодосумчатым грибам относятся также грибы трюфели и сморчки, плодовые тела которых употребляют в пищу, а также строчки, считающиеся условно съедобными, потому что некоторые их виды ядовиты. Трюфели образуют подземные, клубнеобразные плодовые тела мясистой или хрящеватой консистенции темного цвета, достигающие размера клубней картофеля. Плодовые тела сморчков крупные, мясистые, состоят из ножки и шляпки, со складчатой бурой поверхностью, где слоями располагаются сумки со спорами. Алкалоиды спорыньи применяют в медицине.

Базидиомицеты (Basidiomycetes). Это высшие грибы с клеточным мицелием, у некоторых мицелий многолетних. Бесполое размножение (конидиями) наблюдается редко. Органами полового размножения служат «базидии с базидиоспорами. У одних грибов базидии одноклеточные, у других – многоклеточные (см. рис. 12,1, 2). Одноклеточные базидии цилиндрической или булавовидной формы несут на четырех коротких выростах (стеригмах) по одной базидиоспоре. Многоклеточные базидии состоят из четырех клеток, на которых находится по одной базидиоспоре на стеригме. Базидии с базидиоспорами могут развиваться непосредственно на мицелии, но у многих базидиомицетов имеются плодовые тела.

Базидиальные грибы с одноклеточными базидиями широко распространены в природе. Большинство их живут в почве, на растительных остатках, некоторые – на деревьях. Базидии с базидиоспорами у большинства развиваются слоями на плодовых телах или внутри них.

Шляпочные грибы имеют однолетнее мясистое плодовое тело, состоящее из шляпки и ножки. Нижняя поверхность шляпки состоит из радиально расходящихся пластинок (например, у сыроежки, опенка) или из многочисленных трубочек (у белого гриба, подберезовика и др.). На боковых поверхностях пластинок и на внутренних стенках трубочек находятся базидии со спорами. Многие шляпочные грибы съедобны. То, что обычно называют грибами и употребляют в пищу, – это и есть плодовые тела; грибница живет в почве. Некоторые шляпочные грибы ядовиты.

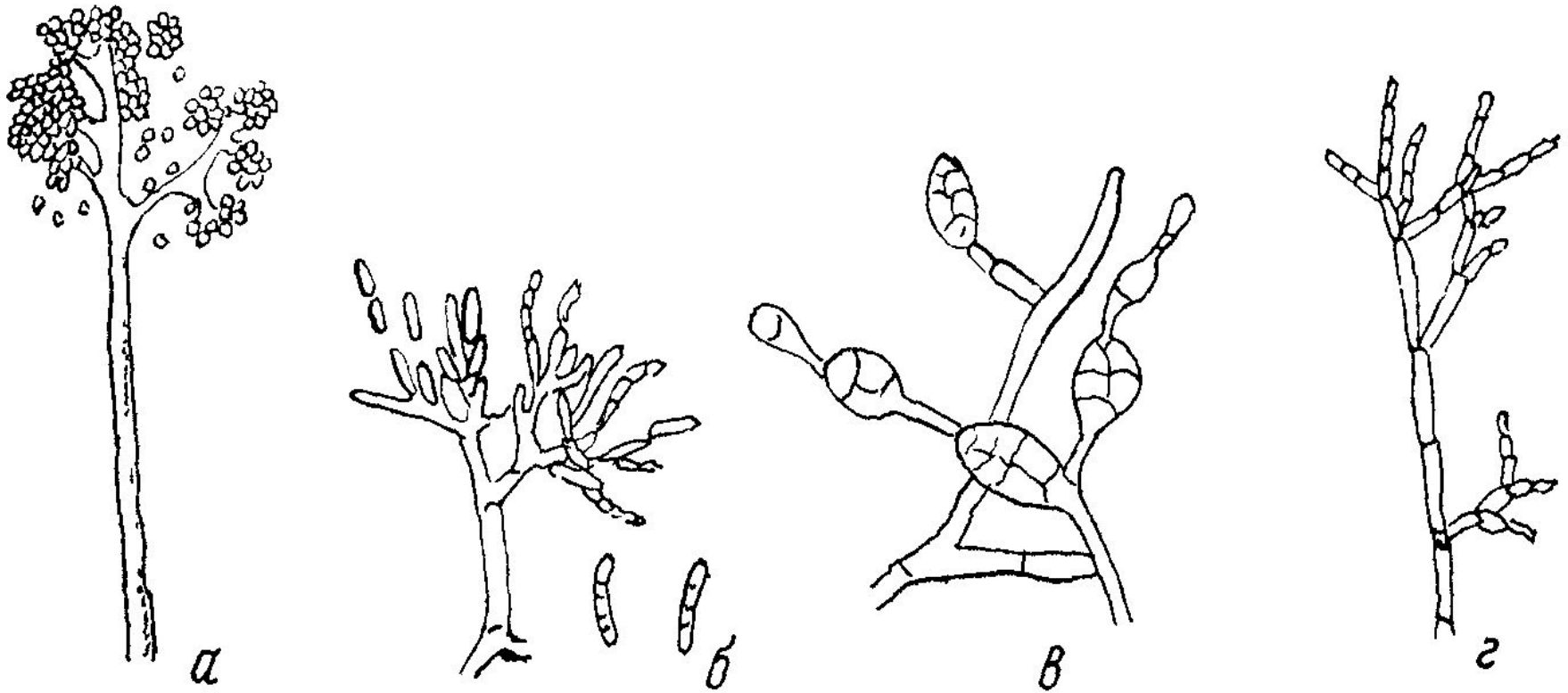
В СССР и в других странах развито промышленное культивирование съедобных грибов шампиньонов. В некоторых странах (Китай, Япония) выращивают и другие пластинчатые грибы. В настоящее время все большее распространение получает способ выращивания грибного мицелия в ферментерах. Этот способ позволяет быстро накапливать значительное количество мицелия, который по химическому составу и вкусовым качествам мало

Несовершенные грибы широко распространены в природе; многие являются активными возбудителями порчи пищевых продуктов. Некоторые паразитируют на культурных растениях, имеются виды, вызывающие кожные заболевания (дерматомикозы) у людей.

Наиболее распространенными и опасными возбудителями порчи продуктов являются следующие грибы.

Фузариум (*Fusarium*) имеет два типа конидий: макроконидии – серповидно-изогнутые многоклеточные, которые развиваются на коротких разветвленных конидиеносцах (рис. 16,б), и микроконидии – более мелкие эллиптические или округлые одноклеточные (или с одной-двумя перегородками). Мицелий этих грибов белый, бело-розовый, желтоватый. Фузариумы вызывают заболевания различных овощей и плодов, известные под общим названием фузариозов. Некоторые виды *Fusarium* поражают клубни картофеля (см. с. 238). Имеются виды, образующие ядовитые для человека вещества (см. с. 154).

**Рис. 16. Конидиеносцы несовершенных грибов:
а – Botrytis; б – Fusarium; в – Alternaria; г – Cladosporiura**



Ботритис (*Botrytis*) имеет древовидно разветвленные конидиеносцы, несущие на концах ветвей собранные в головки одноклеточные дымчатого цвета конидии (рис. 16, с). Этот гриб поражает яблоки, груши, многие овощи, и особенно ягоды. При этом поверхность их покрывается пушистым серым налетом, ткани становятся водянистыми, буреют, размягчаются (см. с. 234).

Ботритис вместе с другими грибами вызывает к агатную гниль сахарной свеклы.

Альтернария (*Alternaria*) характеризуется наличием . многоклеточных темноокрашенных конидий булавовидно вытянутой формы, сидящих цепочками или одиночно на слабозрелых конидиеносцах (рис. 16, в).

Различные виды *Alternaria* широко распространены в почве и на растительных остатках. Гриб вызывает заболевание многих сельскохозяйственных растений, называемое альтерна-р и о з о м. Развиваясь на пищевых продуктах, альтернария образует на них черные вдавленные пятна (см. с. 231).

Оидиум (*Oidium*) образует разветвленный белый мицелий, гифы которого легко распадаются на оидии (см. рис. 10,а). Один из видов этого рода – *Oidium lactis (geotrichum candidum)* – молочная плесень, часто развивается в виде бархатистой пленки на поверхности квашеных овощей и кисломолочных продуктов при их хранении. Гриб использует находящуюся в этих продуктах молочную кислоту, что приводит к их порче. В молочных продуктах оидиум разлагает белки, жиры. Эта плесень встречается также на прессованных дрожжах, сливочном масле, сыре и других продуктах.

Монилия (*Monilia*)–гриб, не имеющий настоящих конидиеносцев. Конидии, соединенные в простые или ветвящиеся цепочки, располагаются на коротких отростках мицелия. Эти грибы являются активными возбудителями порчи плодов (см. рис. 44 и с. 233).

Фома (*Phoma*) имеет короткие конидиеносцы в пикнидах с бесцветными одноклеточными конидиями разнообразной формы. Среди грибов много паразитов растений, а также возбудителей порчи – фомоза овощей при хранении (см. с. 231).

Кладоспориум (*Cladosporium*) имеет слабоветвящиеся конидиеносцы, несущие на концах цепочки конидий (рис. 16,г). Конидии бывают разнообразной формы (округлой, овальной, цилиндрической и др.) и размеров, нередко двухклеточными. Мицелий, конидиеносцы и конидии окрашены в оливково-зеленый цвет. Эти грибы характерны тем, что выделяют в среду темный пигмент.

Кладоспориум нередко обнаруживается при холодильном хранении на различных пищевых продуктах в виде