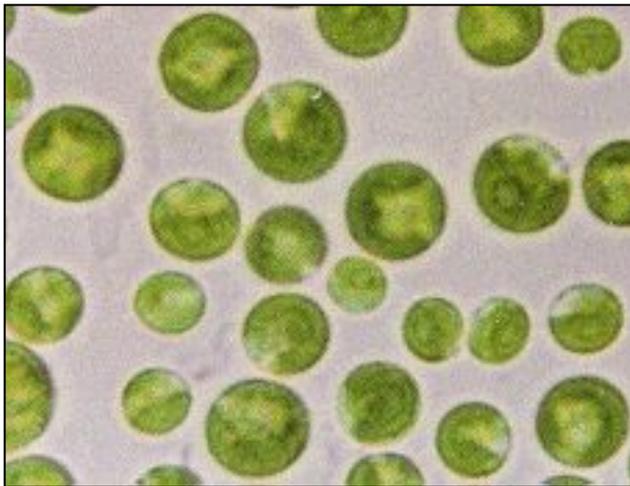


**ЛЕКЦИЯ 3. ВОДОРОСЛИ. ПРОСТЕЙШИЕ.
ГРИБЫ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.
ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИИ. РОЛЬ В
ПРИРОДЕ И В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА**

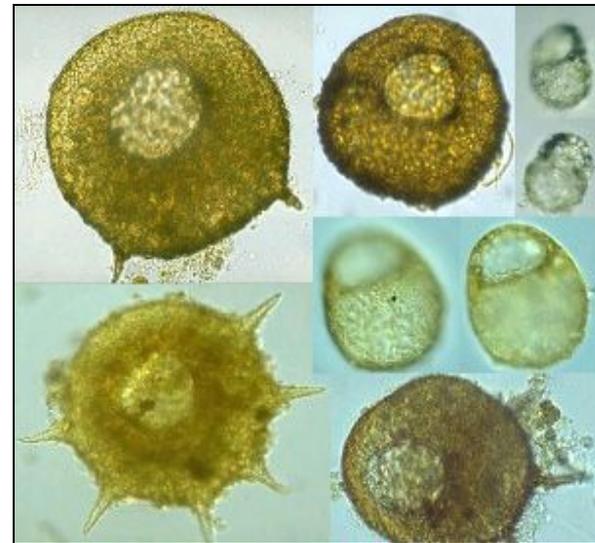
Протисты – одноклеточные эукариотические организмы

Гетерогенная группа, объединяющая простейших, водоросли и зооспоровые грибы. Насчитывает от 120 до 200 тыс. видов.

Подавляющее большинство имеет микроскопически малые размеры, однако встречаются протисты размером в несколько мм. Форма тела протист чрезвычайно разнообразна, что связано с особенностями развития цитоскелета.



Chlorella vulgaris



Centropyxis sp.

Водоросли

Общая характеристика

- Водоросли – низшие, т. е. слоевищные (лишённые расчленения на стебель и листья), споровые растения, содержащие в своих клетках хлорофилл и живущие преимущественно в воде.

Большинство водорослей - микроскопические организмы, но в отличие от других микробов скопления водорослей легко заметить невооружённым глазом при их обильном развитии на почве или в водоёмах - так называемое "цветение". В этот период на 1 кв. см поверхности почвы может развиваться до 40 млн. клеток, а биомасса их достигает 1,5 т/га

Функции водорослей в почвах определяются ролью первичных продуцентов органического вещества, а также накоплением органического вещества, обогащенного азотом.

Водоросли оказывают влияние на кислородный режим почв, на структуру почвы.



«Цветение» почвы

Распространение

Большинство водорослей исторически приспособилось к отдельным комплексам экологических факторов и образовали определенные сообщества, или экологические природные группировки: планктонные, бентосные, наземные почвенные.

Водоросли обнаруживаются во всех почвах, включая почвы пустынь и полупустынь. Водоросли первыми заселяют вулканические пеплы и лаву, начиная процесс их превращения в почву. Пионерная роль водорослей как первопоселенцев проявляется и при разрастании на строительных выбросах, промышленных отвалах.

Планктоном называют совокупность преимущественно микроскопических свободно плавающих в толще воды организмов. Среди них хризофиты, пиррофиты, хлорофиты и эвгленовые водоросли (фитопланктон). Для облегчения переноса водой планктонные организмы имеют различные приспособления, которые уменьшают удельную массу тела (газовые вакуоли, включения липидов) и увеличивают удельную поверхность тела (разветвленные выросты, приплюснутую форму).

Бентосом называют водные организмы, живущие на дне водоемов, обрастающие различные водные предметы, или плавающие на поверхности воды зеленые скопления, называемые тиной. Фитобентос морей и океанов состоит преимущественно из бурых и красных водорослей, а в пресноводных водоемах представлены практически все отделы водорослей, кроме бурых.

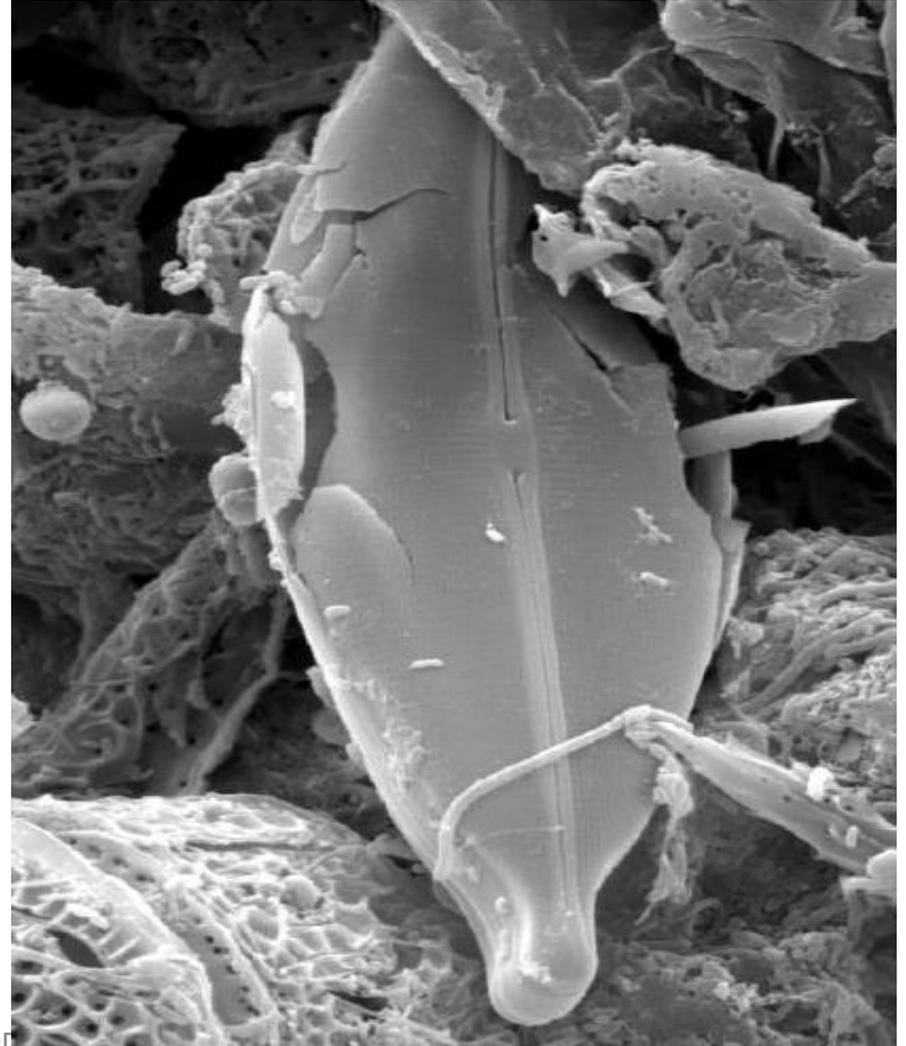
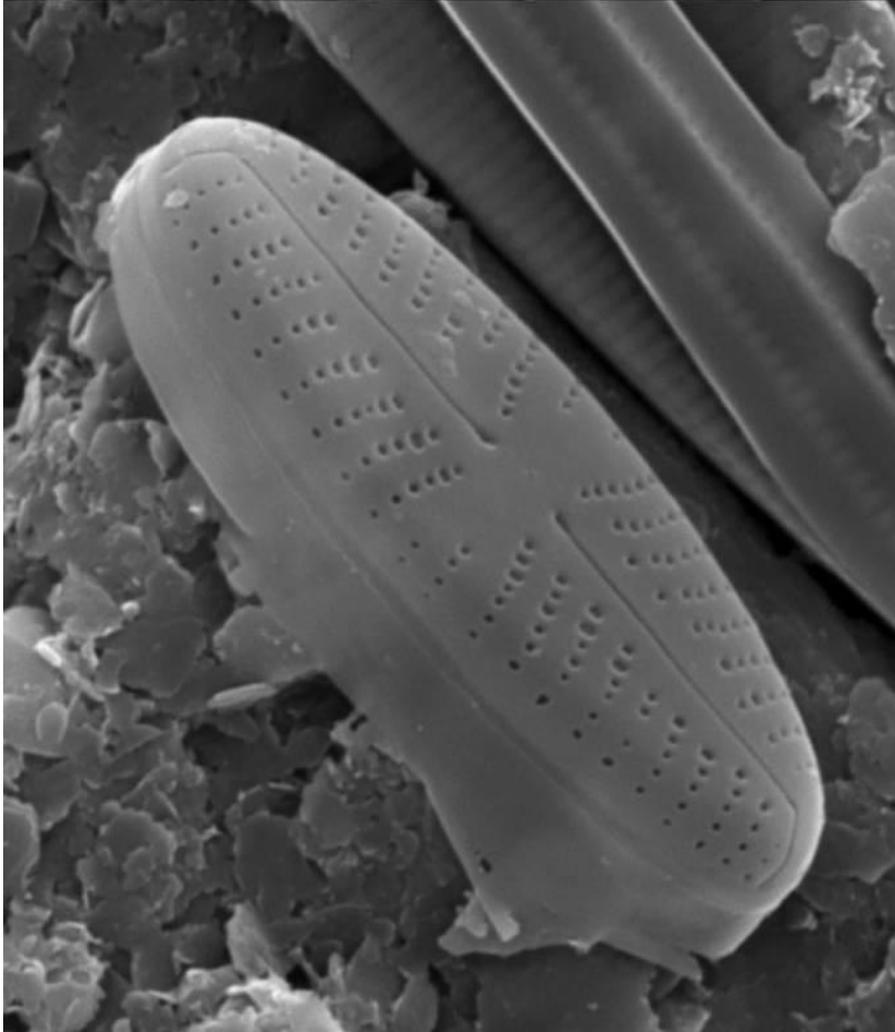


Laminaria saccharina



Fucus vesiculosus

Диатомовые водоросли в электронном микроскопе



Морфология Вегетативное тело водорослей представлено талломом, или слоевищем. Таллом может быть одноклеточным и многоклеточным. Выделяются различные типы морфологической структуры талломов, повторяющиеся в разных отделах водорослей: амебоидная, монадная, коккоидная, нитчатая (трихомная), пальмеллоидная.

Тип питания Водоросли - фотосинтезирующие организмы и не нуждаются в готовых органических веществах, однако некоторые способны переключаться на гетеротрофный обмен. Водоросли лишены корней и поглощают растворённые вещества из среды всей поверхностью, осмотрофно. Водоросли не способны связывать молекулярный азот. Источниками азота для водорослей являются аммонийные и нитратные соединения. В этом отношении водоросли являются конкурентами растений. Нуждаются водоросли и в доступных формах фосфора.

Классификация водорослей

В зависимости от морфологии, биохимических особенностей клеток (набора пигментов, состава клеточной стенки, типа запасных питательных веществ) водоросли разделяют на несколько крупных самостоятельных таксонов - отделов.

Относительно количества и объёма этих отделов в научной литературе нет единства взглядов. Наиболее широко в отечественной литературе распространено деление водорослей на 10 отделов.

Основные отделы водорослей

Название отдела	Пигментная система	Основной материал клеточной стенки	Число и тип жгутиков	Общая структура организма. Природа запасных веществ
Зеленые водоросли (Chlorophyta)	Хлоро-филлы a+b	Целлюлоза	Обычно два одинаковых жгутика	Одноклеточные, ценоцитные, нитчатые, растениеподобные многоклеточные формы. Крахмал
Эвгленовые водоросли (Euglenophyta)	Хлоро-филлы a+b	Клеточной стенки нет	Один, два или три жгутика	Все формы одноклеточные. Парамил и жиры
Динофлагелляты (Dinophyta)	Хлоро-филлы a+c, особые каратиноиды	Целлюлоза	Два жгутика, различающиеся по размерам и положению	Главным образом одноклеточные, встречаются нитчатые формы. Крахмал и масла
Хризофиты (Chrysophyta)	Хлоро-филлы a+c, каратиноиды	Целлюлоза	Два жгутика различающиеся по размерам и положению	Одноклеточные, ценоцитные, нитчатые. Лейкозин и масла
Диатмовые водоросли (Bacillariophyta)	Хлоро-филлы a+c, особые каратиноиды	Стенка состоит из перекрывающихся раковин, содержащих кремнезем	Жгутиков нет	Одноклеточные, ценоцитные. Лейкозин и масла
Бурые водоросли (Phaeophyta)	Хлоро-филлы a+c, каратиноиды	Целлюлоза и альгин	Отсутствуют (редко, не более двух разной длины)	Растениеподобные многоклеточные формы. Ламинарин и жиры
Красные водоросли (Rhodophyta)	Хлорофилл a фикобиллины	Целлюлоза и альгин	Жгутиков нет	Одноклеточные и растениеподобные многоклеточные формы. Крахмал
Желтозеленые водоросли (Xanthophyta)	Хлорофилл a+c	Целлюлоза	Жгутиков нет	Растениеподобные многоклеточные формы. Крахмал лейкозин и масла

Водоросли в различных отраслях хозяйственной деятельности человека

Из многих водорослей получают отвердители и желеобразующие вещества. Из красных водорослей (*Laminaria*, *Ascophyllum*, *Macrocystis*) получают коррагенан, альгиновую кислоту и ее производные - альгинаты, применяемые в косметике, медицине и пищевой промышленности. Альгинаты обладают большой клеящей силой, их используют в текстильной и бумажной промышленности для придания бумаге плотности и глянца.

Из **анфельции** (*Ahnfeltia plicata*) получают агар-агар, содержащий, главным образом, полисахариды. Агар-агар широко применяется при приготовлении питательных плотных сред в микробиологических лабораториях. В больших количествах его используют при изготовлении мармелада, пастилы, мороженого и других кондитерских изделий.

Из **филлофоры** (***Phyllophora***), занимающей большие площади на глубине 30-50 метров в прибрежных районах Черного моря, получают йод.

Многие водоросли используются в пищу человека и животных. В морских водорослях имеется много витаминов А, В₁, В₂, В₁₂, С, Д, йода, брома, мышьяка и других веществ.

Около 80 видов водорослей считаются съедобными и широко используются в питании населения Японии, Кореи, Китая, Индонезии и других стран.

Простейшие (Protozoa)

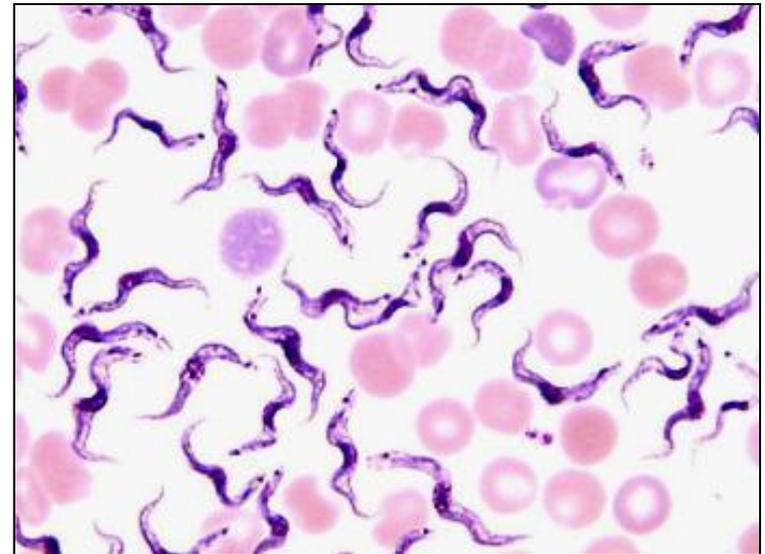
Простейшие - объединение ряда групп нефотосинтезирующих, подвижных, одноклеточных микроорганизмов - типичных эукариот.

Среди **Protozoa** выделяют классы:

- корненожки (амёбы, фораминиферы, радиолярии, солнечники),
- жгутиковые,
- инфузории (реснитчатые),
- споровики.



*Paramecia
caudatum*



Trypanosoma brucei (препарат
крови
инфицированного человека)

Распространение простейших

Известно свыше 25 000 видов, большинство из которых обитает в пресных и солёных водах, в почве. Около 3500 видов являются паразитами растений, животных и человека, заселяя их клетки, ткани и полости тела.

Строение простейших Многие из них постоянно меняют форму, образуя псевдоподии для движения и захвата пищи. Несмотря на разнообразие строения, все эти организмы обладают чертами, характерными для организации клеток эукариот. Цитоплазма простейших содержит компактное ядро или несколько ядер, окруженных мембранной, а так же структуры, свойственные клеткам многоклеточных животных организмов: эндоплазматический ретикулум, рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи, лизосомы, различные типы вакуолей.

Однако для них характерны специфические отличия, определяемые тем, что любой представитель простейших не только является клеткой, но и представляет собой самостоятельный организм:

Органоидами движения у них служат ложноножки - **псевдоподии**, **жгутики и реснички** (постоянные образования).

Клетки простейших покрыты плотной эластической мембраной - **пелликулой**, образуемой периферическим слоем цитоплазмы.

Некоторые из них снабжены **опорными фибриллами и минеральным скелетом**.

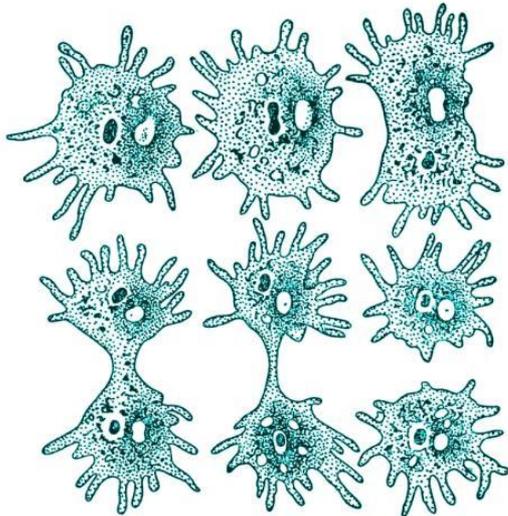
Подавляющее большинство простейших обладает способностью к **инцистированию**. При наступлении неблагоприятных условий они округляются, выбрасывают из своего тела все пищевые остатки, втягивают или отбрасывают органы движения, формируют на своей поверхности плотную оболочку и впадают в состояние длительного покоя. Образование цисты позволяет организму не только переносить неблагоприятные условия (понижение температуры, промерзание или высыхание водоема), но и расселяться.

Питание простейших характеризуется значительным разнообразием в способах поглощения пищи. Одни из них воспринимают пищу из растворов всем телом посредством пиноцитоза, другие поглощают твёрдую пищу через цитостом (клеточный рот), третьи захватывают пищу псевдоподиями. Пища, поступающая в цитоплазму переваривается в пищеварительных вакуолях, содержащих гидролитические ферменты. Частицы пищи, остающиеся неперевавленными, выбрасываются в окружающую среду вместе с вакуолью.

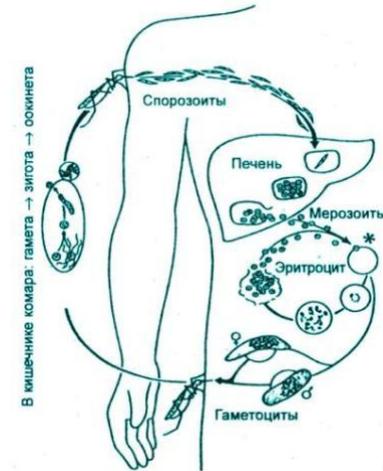
Голозойный тип питания у *Amoeba proteus*



Размножение простейших происходит как бесполом, так и половым путём. Бесполое размножение заключается в делении клетки на две половины, причём ему предшествует деление ядра. Размножение половым путём осуществляется с помощью **сингамии** (слияние 2-х гамет), **конъюгации** (обмен ядрами гамет) и **аутогамии** (формирование гаплоидных ядер и слияние их в синкарионы). Некоторые простейшие размножаются одновременно бесполом и половым путём. Принципиальной особенностью простейших является прохождение ими циклов развития, которые бывают простыми и сложными. При простом цикле развития имеется лишь одна вегетативная стадия. Сложные циклы связаны с развитием простейших в разных тканях и органах, причём принадлежащих к разным организмам-хозяевам.



Бесполое размножение амёбы



Сложный цикл развития малярийного плазмодия *Plasmodium vivax*

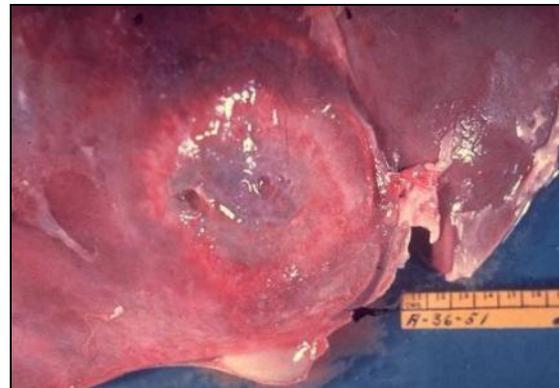
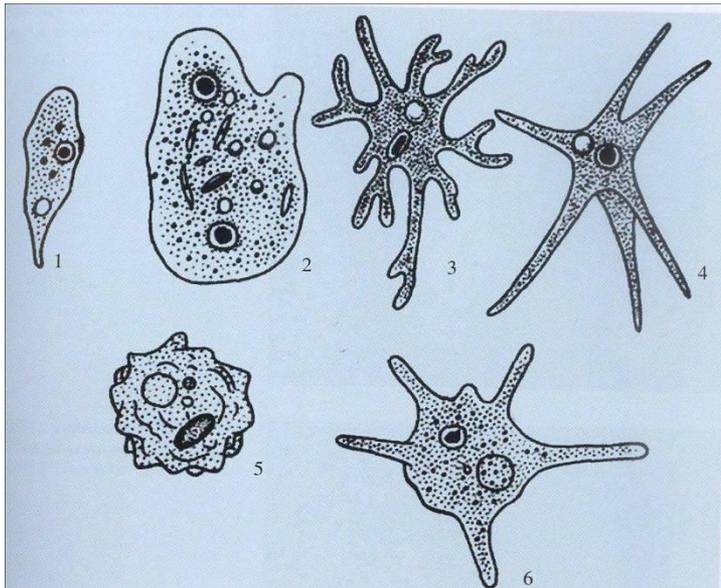
Характеристика основных классов простейших

Вопрос
филогении и
систематики
простейших
весьма сложен и
до настоящего
времени
остается
спорным при
рассмотрении
его
микробиологами
и
паразитологами,
что привело к
созданию и
разработке ряда
классификаций.

Класс Критерий	Flagellata (Mastigo-phora) Жгутиковые	Rhizopoda (Sarcodina) Амебоидные	Ciliata (Ciliophora) Реснитчатые	Sporozoa Споровики
Хроматофоры	У ряда пред- ставителей имеются хроматофоры	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют
Оболочки	Клетка полужесткая, клеточная оболочка покрыта пелликулой	Отдельные представители имеют оболочки, раковинки, скелетные образования	Пелликула	Пелликула
Характеристика формы тела	Постоянная форма тела	Непостоянная	Постоянная форма тела	Постоянная форма тела
Органы передвижения у взрослых форм	Передвигаются с помощью одного или нескольких жгутиков	Передвигаются с помощью псевдоподий	Передвига-ются с помощью расположенных рядами ресничек	У большинства наружных локомоторных органов нет, подвижность ограничена
Наличие ядра и дополнительных ядерных структур	Одно ядро	Одно ядро	Макронуклеус и микронуклеус	Одно ядро
Размножение	Бесполое, путем продольного деления надвое	Бесполое, путем продольного деления надвое	Бесполое, путем поперечного деления надвое	Бесполое, путем спорогонии и шизогонии
Спорообразован ие	Множест-венное деление в цисте	Могут образовывать споры	Редко образуют споры	После сингамии образуется большое количество спор
Примеры	Euglena Peranema Trypanosoma	Amoeba Arcella Polystomella	Paramecium Vorticella Stentor	Monocystis Plasmodium

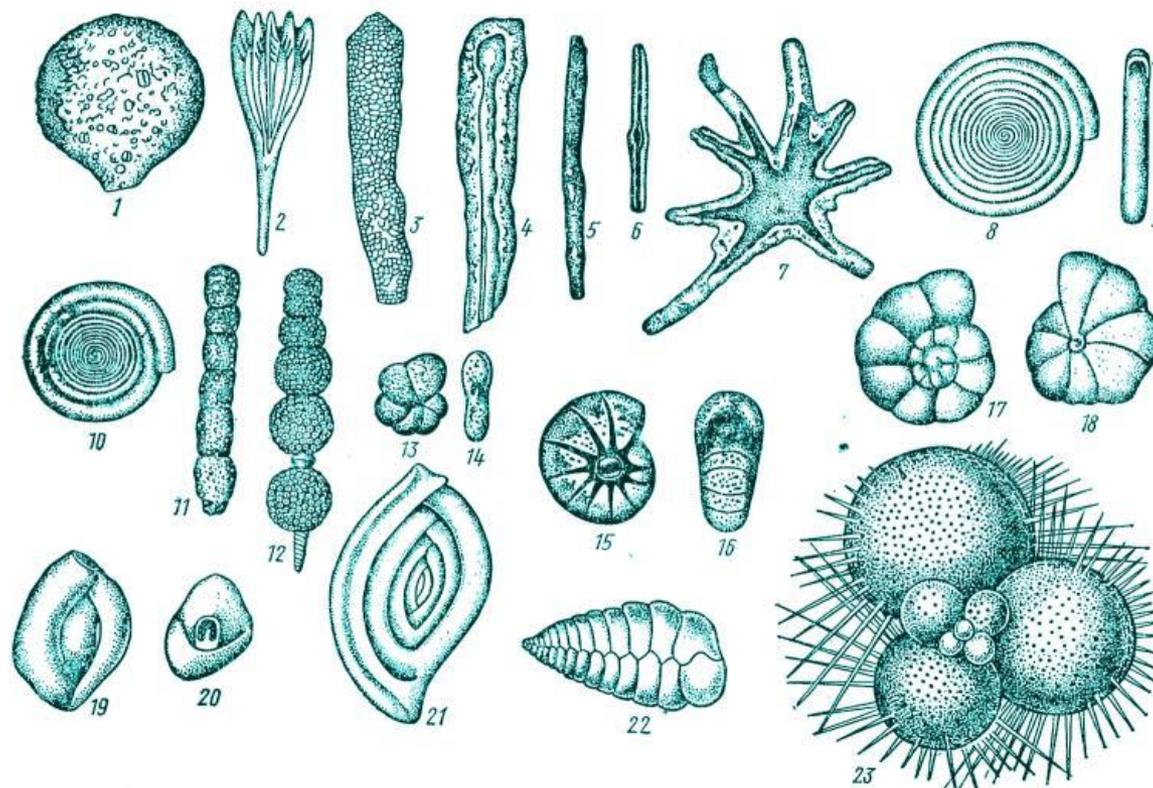
Саркодовые (*Sarcodina*). Низшие, наиболее просто устроенные корненожки, лишенные скелета. Размеры от 10-15 мкм до 2-3 мм. Типичными представителями саркодовых являются пресноводная и (*Amoeba proteus*) и дизентерийная амёба (*Entamoeba histolytica*). Пресноводная амёба обитает в прудах и лужах. В неблагоприятных условиях образует цисты. Дизентерийная амёба является паразитом человека. Для нее характерен сложный цикл развития. Человек заражается в результате заглатывания с загрязненными продуктами цист этого организма. Дизентерийная амёба способна вызывать повреждение лёгких, абсцесс печени, прободение кишечника.

Формы псевдоподий у различных видов амёб



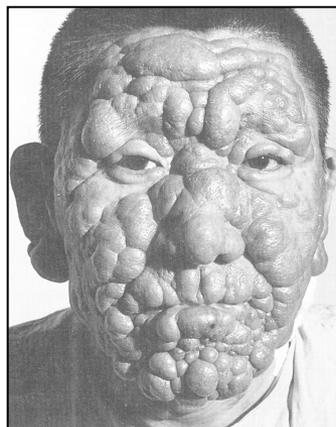
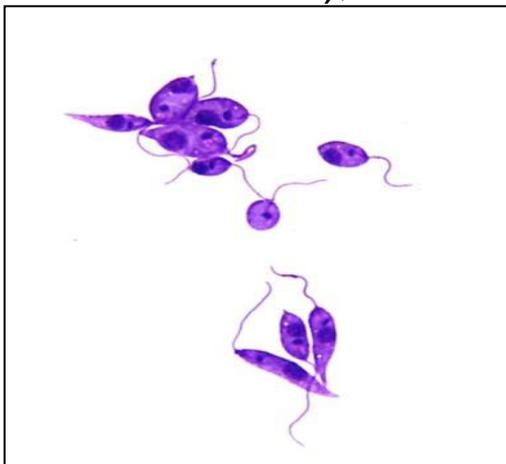
Локальный абсцесс
печени, вызванный
вторичной
инфекцией
Entamoeba
histolytica

Типичные фораминиферы, обитающие в морях. Раковины фораминифер состоят из хитина пропитанного CaCO_3 . По отмирании эти организмы опускаются на дно и образуют радиоляриевые илы, обогащенные кремнезёмом, и глобигериновые - известковые илы.

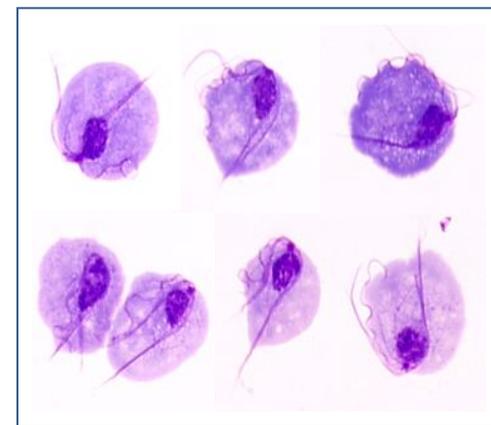


Раковины различных морских фораминифер

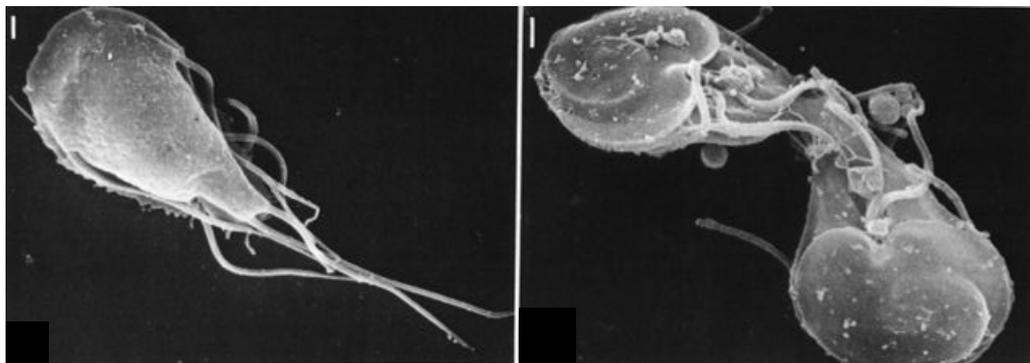
Жгутиковые (Mastigophora). Для организмов этого типа характерно наличие одного или более жгутиков. Различают свободноживущих жгутиковых (*Euglena viridis*) и паразитов, для которых характерны сложные циклы развития. Наиболее известными паразитами человека являются трипаносомы (сонная болезнь), лейшмании, трихомонады и лямблии.



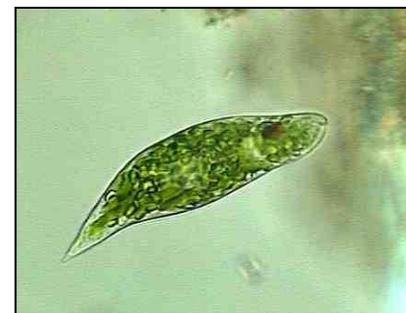
Leishmania tropica и клиническая картина лейшманиоза у человека



Trichomonas vaginalis
(препарат соскобов слизистой)



Giardia intestinalis – под электронным микроскопом



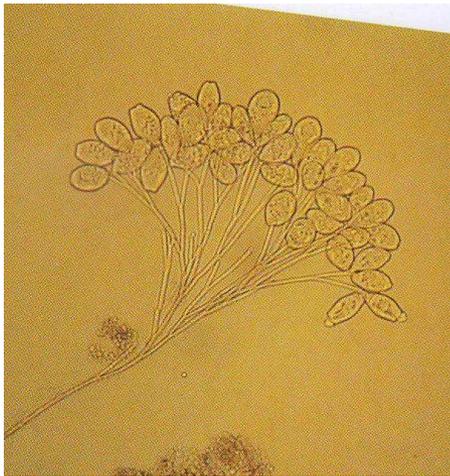
Euglena viridis

Инфузории (Ciliata). Размеры от 12 мкм до 3 мм, бывают подвижные и Прикрепленные, одиночные и колониальные, стебельчатые и бесстебельчатые, сократимые и панцирные. Питаются, заглатывая бактерии, мелкие водоросли и грибы.

У прикрепленных инфузорий тело в виде колокольчика, на расширенной части которого расположена околоротовая спираль. Противоположный конец тела вытянут в стебелек.

В водоемах многочисленны брюхоресничные инфузории. На их брюшной стороне присутствуют особые толстые **цирры** (результат слияния многих ресничек). На них инфузории «бегают» по субстрату.

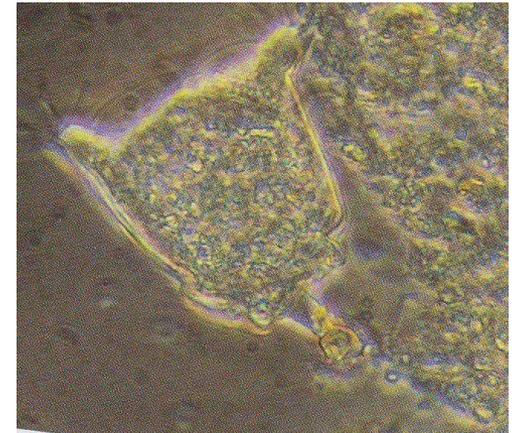
Epistylis sp.



Aspidisca sp.



Tokophrya sp.



Практическое значение простейших

- Морские формы простейших вместе с другими микроорганизмами входят в состав планктона и служат пищей для других водных животных и рыб.
- Твердые минеральные скелеты многих простейших участвуют в формировании на дне морей залежей известняков и мела.
- Скелеты некоторых групп простейших используются в практике геологоразведочных работ для определения нефтеносных слоев.
- В благоприятных условиях теплого климата простейшие участвуют в цветении воды. Наличие отдельных видов простейших служит показателем загрязнения водоемов.
- Довольно многочисленные виды простейших живут в почве, где они существенно влияют на плодородие.

Грибы. Общая характеристика

- Грибы составляют отдельное царство - Fungi. (Mycota, от греч. микос - шампиньон), включающее по разным оценкам от 100000 до 250000 видов. Царство объединяет гетеротрофные эукариотные организмы относительно простой организации - от одноклеточных до нитчатых, мицелиальных. Размножаются грибы спорами. Разрастаясь на поверхности или в глубине субстрата, грибы соприкасаются с ним клеточной оболочкой, через которую они выделяют во внешнюю среду ферменты и поглощают питательные вещества абсорбтивным путём. Такой тип взаимодействия с субстратом определяет положение грибов как разлагателей органических веществ в экосистемах.

Грибы обладают признаками как животных, так и растений

- Полярность клетки, неограниченный вершечный рост (апикальный), строение клеточной стенки, образование поперечных перегородок - черты, присущие грибам, характерные *и для растений*.
- Отсутствие хлорофилла, гетеротрофный тип питания, наличие в клеточной стенке хитина, а не целлюлозы, образование мочевины в процессе азотного обмена, синтез запасных углеводов в форме гликогена, а не крахмала, формирование лизосом в цитоплазме, структура дыхательных ферментов - цитохромов и транспортных РНК - черты, присущие грибам, но и характерные *для животных*.
- Своеобразие грибов выражается не только в сочетании признаков, присущих растениям и животным, но и наличием *специфических черт и свойств*, характерных для членов только царства *Mycota*: мицелиальной структуры вегетативного тела, сложных ядерных циклов и плеоморфизма, многоядерности и гетерокариоза (разнокачественность ядер в одной клетке), дикариоза (длительное существование в одной клетке двух ядер, одновременно делящихся и имитирующих диплоидное ядро).

Морфология грибов

Грибы образуют мицелий с апикальным верхушечным ростом и боковым ветвлением. Вся совокупность гиф грибного тела называют мицелием. Размеры единичного мицелия не ограничены. На определенных стадиях, мицелий образует плотные сплетения, так называемую плектенхиму.



У некоторых грибов, например дрожжей, вегетативное тело представлено одиночными почкующимися или делящимися клетками. Если такие почкующиеся клетки не расходятся, то образуется псевдомицелий.



Грибы - плеоморфные организмы; один вид может иметь несколько стадий развития, которые различаются морфологически.



Размножение и питание грибов

- Грибы размножаются бесполом (конидиями, спорами) и половым путём (образование различных половых структур - зигоспор, сумок или базидий).

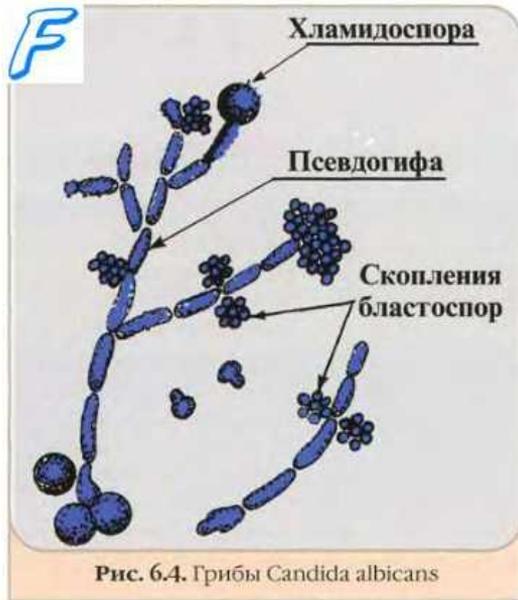
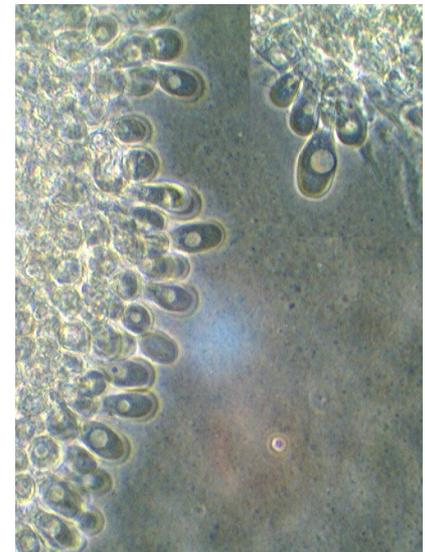
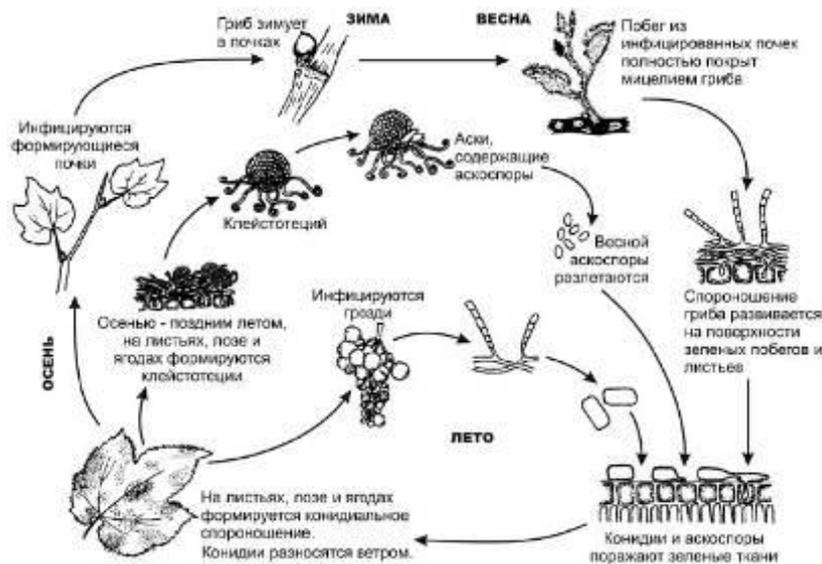


Рис. 6.4. Грибы *Candida albicans*



- У грибов нет специальных структур, приспособленных для питания, они всасывают питательные вещества всей поверхностью тела.

На основе трофических связей грибы можно разделить на пять экологических групп:

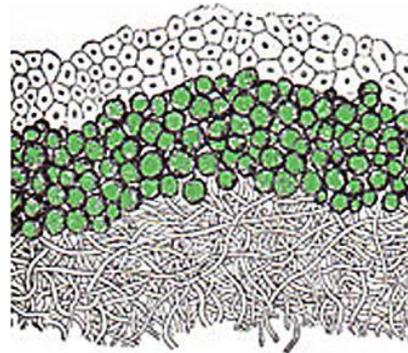
- 1 - сапротрофы - большинство почвенных грибов
- 2 - паразиты, находящиеся в почве в виде спор
- 3 - факультативные паразиты
- 4- микоризообразователи
- 5- хищные грибы



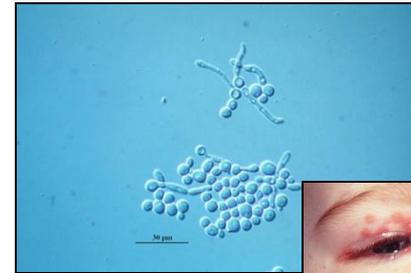
Микориза, образованная грибами рода *Amanita*



Выделяется также группа лишайниковых грибов - симбионтов, живущих вместе с водорослями и цианобактериями в составе лишайника.

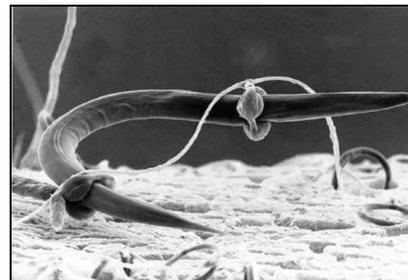


- ← Кортекс
- ← Клетки водорослей
- ← Гифы гриба

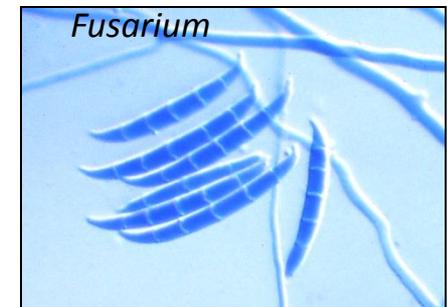


Arthrobotrys oligospora

Все грибы - аэробные организмы, за исключением обитателей кишечных трактов многих травоядных животных, в том числе обитателей рубца жвачных животных.



Конидии *Fusarium*



Основы классификации

Классификация грибов учитывает филогенетические связи и преследует во многом практические цели. Номенклатура бинарная: каждому виду или роду присваивается родовое или видовое название (например, пекарские дрожжи - *Saccharomyces cerevisiae*, винные дрожжи - *Saccharomyces vini*, спорынья ржи - *Claviceps purpurea*).

- Виды объединяются в роды,
- роды - в семейства (окончание на- *aceae*),
- семейства - в порядки (окончание на- *ales*),
- порядки в классы (окончание на- *mycetes*) и отделы (окончание на - *mycota*).

Основные таксономические группы грибов являются категориями достаточно устоявшимися, однако предлагаемые разными авторами разные классификационные схемы весьма многочисленны и, порой, во многом отличаются друг от друга. В этой связи целесообразно придерживаться современной систематики и наиболее обоснованной в микологии классификации Айнсворта и Бисби 2001 года.

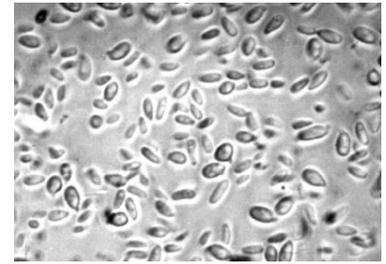
Таблица 8. Основные признаки отделов царства грибов *Mycota (Fungi)*.

Признаки	Отделы				
	<i>Chytridiomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Basidiomycota</i>	Anamorphic fungi
Бесполое размножение	зооспоры	спорангиоспоры	конидии	Редко фрагменты гиф, конидии	конидии
Половое размножение	зиготы	зигоспоры	аскоспоры	базидиоспоры	отсутствует
Септа	отсутствует	отсутствует	присутствует простая перфорированная	присутствует перфорированная, специализированная долиповорая	присутствует простая перфорированная
Число видов	около 500	около 600	около 30000	около 25000	около 30000
Примеры	Возбудители рака картофеля – <i>Synchytrium endobioticum</i> ; оспы кукурузы <i>Phytophthora maydis</i> .	серая плесень (<i>Mucor</i>), арбузные кулярные микоризные грибы (<i>Glo-mus</i>)	дрожжи, обычные плесени (<i>Penicillium</i>), сморчки, трюфели, многие патогены растений – мучнисторосяные грибы	съедобные, ядовитые грибы, ржавчинные, головневые	плесени (<i>Aspergillus</i>), почвенные грибы (<i>Trichoderma</i>), многие патогены растений (<i>Alternaria, Botrytis</i>)



Candida skoti

ДРОЖЖИ



Exophiala nigra

Грибы, вегетативная стадия которых представлена одиночными почкующимися или делящимися клетками, называют дрожжами. Дрожжи не составляют единого таксона среди грибов и встречаются как среди аскомицетов, так и среди базидиомицетов и несовершенных.

Клетки дрожжей имеют разную форму: округлую и овальную, стреловидную и лимоновидную, цилиндрическую и палочковидную, треугольную и серповидную. Иногда они образуют структуры, имитирующие мицелий.

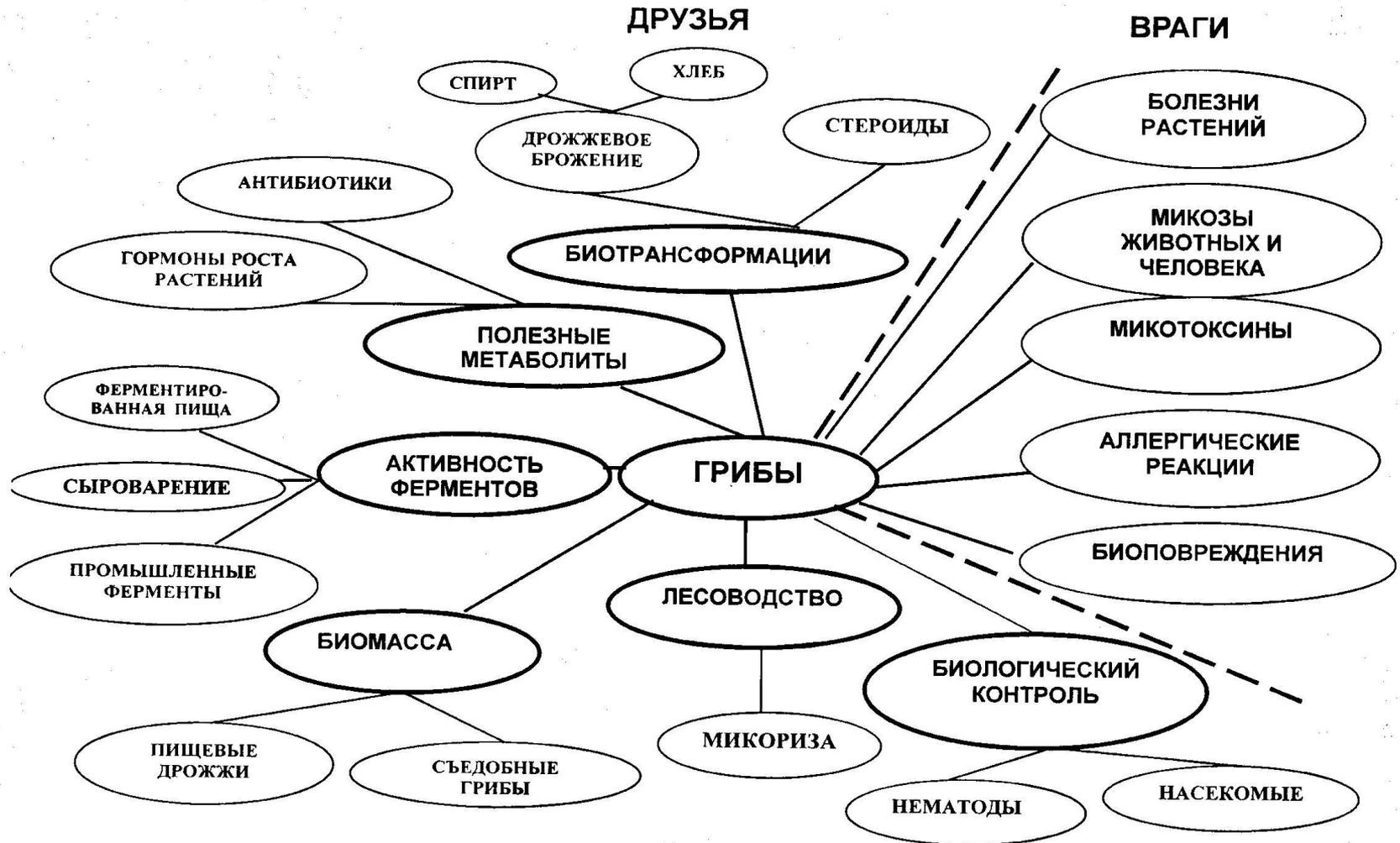
Известно около 1000 видов дрожжей, среди которых большинство – аскоспоровые или их несовершенные стадии (анаморфы). К аскомицетам относятся все так называемые «культурные» дрожжи, способные к спиртовому брожению и издавна используемые человеком для производства хлеба, пива, вина и некоторых других пищевых продуктов. Среди культурных дрожжей наиболее известны *Saccharomyces cerevisiae* (пивные, винные и пекарские дрожжи), *Schizosaccharomyces pombe* (африканские делящиеся дрожжи, активно сбраживающие сахара при t° выше 30° C).

В природе дрожжи в основном находятся в ассоциациях с растениями. Они обильно развиваются на листовых пластинках, в нектаре цветков, на поверхности ягод, плодов и фруктов.

Значение грибов в природе

- Множество грибов - сапрофитов играет важную роль в круговоротах биогенных элементов на Земле и улучшении плодородия почвы. Вместе с сапрофитными бактериями они образуют группу редуцентов, разлагающих разнообразный органический материал до более простых соединений.
- Аскомицеты и базидиомицеты участвуют в создании двух важнейших типов взаимовыгодного симбиотического союза: лишайников (симбиоз гриба и водоросли) и микоризы (симбиоз гриба и корней растений). Формообразующим компонентом является грибная часть лишайника - микобионт. Гриб получает от клеток водоросли органические вещества (продукты фиксации CO_2), а сам снабжает водоросль минеральными солями и защищает ее от неблагоприятных воздействий. Водоросли и цианобактерии в лишайнике являются фикобионтами. Эти комбинированные микроорганизмы заселяют экстремальные места обитания, в которых ни один из партнеров не мог бы выжить в одиночку. Лишайники являются показателями чистоты данной местности.

ГРИБЫ - ДРУЗЬЯ И ВРАГИ ЧЕЛОВЕКА



Литература

- Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Ботаника : в 4 т. Т.1. Водоросли и грибы: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия. 2006. 320 с.
- Зенова Г.М., Э.А .Штина. Почвенные водоросли: Учебное пособие. М.: МГУ. 1990. 80 с.
- Кондакова Л.В., Домрачева Л.И. Флора Вятского края. Ч.2. Водоросли (Видовой состав, специфика водных и почвенных биоценозов). Киров: ОАО «Кировская областная типография». 2007. 192 с.
- Догель В. А., Полянский Ю. И., Хейсин Е. М. Общая протозоология. Ленинград. Издательство АН СССР. 1962. 592 с.
- Протисты: Руководство по зоологии. СПб.;М.: Товарищество научных изданий КМК . Ч.3. 2011. 474 с.

Хаусман Клаус. Протозоология. М.: Мир. 1988, 336 с.

Фирсов Н.Н. Микробиология: Словарь терминов – М., Дрофа, 2005. 256 с.

Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. Учебное пособие. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2005. 220 с.

Мюллер Э., Лефлер В. Микология. М.: Мир. 1995. 343 с.
Бабьева И.П., И.Ю.Чернов. Биология дрожжей. Учебное пособие. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2004. 221 с.

Огарков Б.Н., Огаркова Г.Р., Самусенок Л.В. Грибы – защитники, целители и разрушители. Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2008. 248 с.